ALBRECHT VON GRÆFE'S ARCHIV FÜR OPHTHALMOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. F. ARLT
IN WIEN

PROF. F. C. DONDERS
IN UTRECHT

UND

PROF. TH. LEBER
IN GÖTTINGEN.

DREISSIGSTER JAHRGANG
ABTHEILUNG I
ODER
DREISSIGSTER BAND
ABTHEILUNG I.

MIT HOLZSCHNITTEN UND TAFELN.

BERLIN, 1884.
VERLAG VON HERMANN PETERS.
MOHREN-STRASSE 13.

Inhalts-Verzeichniss

zu

Band XXX, 1. Abtheilung.

1217

Die Ophthalmologie seit 1870.

Ein Vorwort zum XXX. Bande des Archivs.

Von

Prof. Th. Leber
in Göttingen.

Mit dem vorliegenden Bande tritt unser Archiv in das 30. Jahr seines Bestehens. Im Januar 1854 betonte v. Graefe im Vorworte zu dem ersten Heft das Bedürfniss unserer Literatur nach einem eigenen Organ für Augenheilkunde und entwickelte sein Programm für die von ihm gegründete Zeitschrift. Im Sinne exacter Untersuchung gehalten, sollte sie das Gesammtgebiet der ophthalmologischen Wissenschaft umfassen; ein Programm, das auch seither dem Archiv unverändert als Richtschnur gedient hat.

Auch in anderer Hinsicht bezeichnet für uns der gegenwärtige Zeitpunkt einen Abschnitt. Das Archiv, dem bald auch die thatkräftige Mitwirkung von v. Arlt in Wien und Donders in Utrecht zu Theil wurde, sollte nur eine kurze Reihe von Jahren der Leitung seines Gründers sich erfreuen. Wer wüsste aber nicht, wie es in dieser Zeit, von 1854—1869, durch epochemachende Arbeiten sich rasch zu dem allgemein bewunderten Denkmal einer

Glanzperiode unserer Wissenschaft erhoben hat? 15 Bände sind unter v. Graefe's Redaction erschienen, in deren letztem er, gewissermassen sein Vermächtniss an die ophthalmologische Welt, die grosse Abhandlung über Glaucom, das Muster einer klinischen Arbeit, niedergelegt hat. Im Jahre 1870 sah er sich durch die Fortschritte seiner Krankheit und sein herannahendes Ende genöthigt, der Mitwirkung an seinem geliebten Archiv zu entsagen. Die Redactionsgeschäfte für das einzige, in diesem Kriegsjahr ausgegebene Heft musste er Anderen überlassen und sein Erscheinen hat er nicht mehr erlebt. So beginnt nun mit dem laufenden Bande des Archivs zugleich auch das 15. Jahr seines Bestehens unter der geänderten Redaction.

Der Zeitpunkt scheint daher wohl geeignet, einmal einen Rückblick zu thun auf den seitherigen Gang der Entwickelung, doch nicht in enger Begrenzung auf die Veröffentlichungen des Archiv's, sondern in nothwendiger Verallgemeinerung auf die Leistungen im Gesammtgebiete der Ophthalmologie seit v. Graefe's Tod. Wir werden dadurch auch Anregung finden zu gelegentlichen Ausblicken auf die Ziele und Aufgaben unserer Wissenschaft und auf die Methode der Arbeit, wodurch diese am besten zu fördern sind.

Was beim Vergleich von Sonst und Jetzt am meisten auffällt, ist der enorm gewachsene Umfang unserer Fachliteratur. War vor 30 Jahren v. Graefe noch genöthigt, das Bedürfniss einer eigenen Zeitschrift für Ophthalmologie in Deutschland nachzuweisen, so giebt es deren jetzt allein bei uns nicht weniger als 4, dazu eine Zeitschrift für vergleichende Ophthalmologie und einen ausführlichen Jahresbericht; Hand- und Lehrbücher, Monographien, klinische Berichte und Beobachtungen etc. haben in ähnlichem Masse zugenommen, und auch die ausländische Literatur, wenn auch weit weniger umfangreich, hat ein entsprechendes Wachsthum erfahren.

Diese Zunahme der literarischen Produktion und die stets wachsende Menge rüstiger Arbeiter zeugt von dem regen Interesse, das der Ophthalmologie von allen Seiten entgegengebracht wird und kann auch für deren Fortschritt nicht ohne reiche Früchte bleiben. Und gleichwohl begegnen wir gar nicht selten in Bezug auf die gegenwärtigen Leistungen einer wenig anerkennenden Schätzung. Wie oft hört man klagen, dass die Glanzperiode der Ophthalmologie vorüber sei, wo unsere Wissenschaft durch bahnbrechende Fortschritte im Ansehen der medicinischen Welt sich rasch auf die erste Stelle emporschwang, da man sie mit Vorliebe den anderen Disciplinen als Muster an Exactheit und Durchbildung vorhielt; die Zeit, die v. Graefe mit seinem Geist befruchtet, mit seinen Entdeckungen bereichert hat, deren Leistungen zum grössten Theil in seinem Archive niedergelegt sind. Man glaubt sich in einer Periode der Ebbe und Stagnation zu befinden, in der die Führung auf andere Zweige der medicinischen Wissenschaft übergegangen ist.

Sind derartige Klagen auch nicht gänzlich unbegründet, so ist es doch heut zu Tage sicherlich nicht am Platz, sich einem nur zu verbreiteten Pessimismus hinzugeben. Auf die gewaltigen Fortschritte, die sich an die Erfindung des Augenspiegels anschlossen, folgte zunächst eine Zeit ruhigerer Sichtung des Gewonnenen, einer Durcharbeitung des angehäuften Materials, die für alle Theile unseres weiten Gebietes durchgeführt, der Ophthalmologie einen unendlich viel reicheren, zuverlässigeren und ausgeführteren Inhalt gegeben hat. Zugleich regt sich aber auch schon neue fruchtbringende Thätigkeit in den verschiedensten Richtungen.

Die ausgiebige Benutzung der früher kaum cultivirten experimentellen Methode hat für die Physiologie und Pathologie des Auges die wichtigsten Aufschlüsse geliefert, die gewiss nur als Vorläufer weiteren umfassenderen Fort-

schritts zu betrachten sind. Die Semidecussation des Opticus, die Filtration des Auges und ihr Einfluss auf die Glaucomlehre, die Impfkeratitis und Impftuberculose sind Beispiele genug für die bahnbrechende Wirksamkeit dieses Forschungsmittels. Das Auge hat sich immer wieder als ein Organ bewährt, an welchem fundamentale Fragen der Biologie am leichtesten behandelt und am sichersten zur Entscheidung gebracht werden.

Dass noch bis vor Kurzem Unsicherheit über die Endigungsweise der Sehnerven im Gehirn herrschen konnte, beweist ebenso die Schwierigkeit des zu lösenden Problems, als die Ueberlegenheit der experimentellen Methode. Erst diese hat uns die volle Sicherheit gebracht, dass für die höherstehenden Säugethiere wie für den Menschen nur eine partielle Kreuzung der Sehnerven stattfindet, dass wir somit die rechte Hälfte der Welt mit der linken, die linke Hälfte mit der rechten Grosshirnhemisphäre sehen, jede aber in einem Bilde, das aus der Verschmelzung der Halbbilder jedes Auges entstanden ist. Nach übereinstimmenden experimentellen wie pathologischen Erfahrungen haben wir diesen Vorgang in die Rinde der Occipitallappen des Gehirns zu verlegen, in welcher die Centren der bewussten Gesichtsempfindung nachgewiesen sind. Es liegt auf der Hand, wie viele der wichtigsten anatomisch-physiologischen und pathologischen Fragen von der Entscheidung dieses Problemes beherrscht werden.

Auf keinem Felde aber hat das Experiment mehr geleistet, als in der Krankheitsätiologie, wo ihm auch pathologische Anatomie und Krankenbeobachtung wirksam die Hand reichen. Hier ist es, wo die Ophthalmologie durch Geben und Empfangen in innigster Beziehung zu den übrigen Zweigen der Medicin erhalten, auf das glücklichste vor der Gefahr specialistischer Isolirung und Versumpfung behütet wird.

Das Auge ist das Organ, an welchem die Impfbarkeit der Tuberculose und ihre specifische, von der gewöhnlichen Entzündung durchaus verschiedene Natur mit überzeugendster Klarheit demonstrirt worden sind. Ist auch die Krönung des Gebäudes erst auf anderem Wege, durch die glänzende Entdeckung der Tuberkelbacillen, erfolgt, so darf die Ophthalmologie doch auch ihren reichlichen Antheil an den Errungenschaften der Tuberculoselehre in Anspruch nehmen.

Die Ueberzeugung von der weiten Verbreitung parasitärer Ursachen der krankhaften Processe, welche in der medicinischen Welt in den letzten zwei Decennien zum Durchbruch gekommen ist, hat auch die heutige Ophthalmologie mächtig bewegt. Ausser bei der Tuberculose ist diese Entstehungsweise für die septisch-embolischen Entzündungen der inneren Augenhäute, die traumatischen Entzündungen der Hornhaut, wie der tieferen Theile des Auges, die Blennorrhöe der Bindehaut nachgewiesen, für das Trachom und die Xerosis sehr wahrscheinlich gemacht. Auch die sympathische Ophthalmie, deren Entstehung bis vor Kurzem völlig anders zu deuten versucht wurde, scheint auf diesem Wege ihre Erklärung zu finden. Das beharrliche Misslingen aller Versuche, durch Nervenreizung reflectorische Entzündung zu erzeugen, brach der Ueberzeugung Bahn, dass die Fortpflanzung der Entzündung auch hier nur auf der Fortpflanzung der Entzündungsursache, auf der eminenten Verbreitungsfähigkeit parasitärer Elemeute beruhe, womit auch die klinische Erfahrung im Einklang steht, wonach die sympathische Ophthalmie nur nach infectiösen Entzündungen des erst erkrankten Auges auftritt; und schon hat das diesen Winken folgende Thierexperiment secundäre Entzündung des zweiten Auges, analog der sympathischen des Menschen, hervorzubringen vermocht. So werden wir im Zirkel wieder zu der älteren Ansicht, freilich in geläuterterer Form zurückgeführt, dass

die sog. sympathische Entzündung auf Fortleitung längs der Sehnerven beruhe.

Hat sich die klinische Forschung mit immer wachsendem Erfolg dem Zusammenhang der Augenkrankheiten mit Allgemeinleiden und Krankheiten anderer Körpertheile zugewendet, so lieferte hier die parasitäre Theorie den Schlüssel zur Erklärung vieler sonst unverständlicher Complicationen.

Wie lehrreich ist doch der Vergleich dieser neuen ätiologischen Forschung mit der älteren Lehre specifischer Ophthalmien, deren wesenloser Schematismus bis in die Lehrzeit der jetzigen Generation hinein seinen Einfluss behauptete, worüber noch v. Graefe in der eben citirten Vorrede Klage führt. Gegenüber den abgelebten Distinctionen angeblich specifischer Ophthalmien war damals die einfache anatomische Eintheilung ein wesentlicher Fortschritt, wobei man die vielfach dunkle Aetiologie auf sich beruhen liess. Als aber sorgfältigere klinische Beobachtung wieder die Aetiologie zu bereichern anfing, traten eine Reihe anderer Krankheiten als Ursache von Augenaffectionen in den Vordergrund des Interesses: Nephritis, Diabetes, Leukaemie und andere, deren Zusammenhang mit Sehstörungen man früher kaum geahnt hatte. Die fortwährend sich mehrenden Erfahrungen unserer Zeit bahnen nun eine umfassendere und zugleich tiefere Einsicht in die Aetiologie der Augenkrankheiten an.

Es ist eine merkwürdige Erscheinung, dass auf operativem Gebiete die Consequenzen der parasitären Theorie von den Fachgenossen nicht so widerspruchslos angenommen wurden, als es der Siegeszug der Lister'schen Antisepsis in der Chirurgie zu versprechen schien. Nur mühsam und zum Theil gegen den offenen Widerspruch bewährter Fachgenossen hat sich die Antisepsis allmälig Eingang verschafft. Dass dieser grösste Fortschritt der modernen Therapie nicht auf dem Boden

der Ophthalmologie erwachsen konnte, sondern der Chirurgie vorbehalten blieb, ist selbstverständlich. Man braucht sich nur an die Verheerungen zu erinnern, welche früher die accidentellen Wundkrankheiten nach chirurgischen Operationen anrichteten, neben denen die durchschnittlichen 10 Procent Vereiterungen nach der Lappenextraction als ein durchaus befriedigendes Resultat gelten konnten, das in der unvermeidlichen, wenn auch unberechenbaren Reaction auf den traumatischen Eingriff eine genügende Erklärung zu finden schien. Wie sollen wir aber nicht den Kopf darüber schütteln, wenn angesehene Vertreter unserer angeblich so fortgeschrittenen Disciplin, nachdem auf chirurgischem Gebiet die Ursache der Wundentzündungen erkannt und durch eine erdrückende Fülle von Thatsachen festgestellt war, allen Ernstes für das Auge an der Annahme der sog. traumatischen Reaction festhalten, als ob dies kleine Organ von besonderen organischen Gesetzen regiert werde?

Doch war die Opposition keineswegs durchweg eine principielle, sondern weit mehr eine praktische, gegen diese oder jene besondere Form der antiseptischen Therapie gerichtete. Ist doch die von Niemand bestrittene Forderung scrupulösester Reinlichkeit bewusst oder unbewusst nur eine Consequenz der Antisepsis und haben doch mit ihrer Hilfe bei verbesserten Operationsmethoden die Erfolge sich soweit gehoben, dass sie Manchem als völlig befriedigend oder keiner weiteren Verbesserung fähig erscheinen. Gewiss war Derjenige nur im Recht, der die sclavische Nachahmung der antiseptischen Prophylaxe, wie sie die Chirurgie für ihre Zwecke ausgebildet hatte, verwarf; was kann aber die Unzweckmässigkeit einer bestimmten antiseptischen Methode gegen den Nutzen der Antisepsis überhaupt beweisen? Indessen wagt an dem Princip heut zu Tage wohl Niemand mehr zu zweifeln, nur über die beste Form der Antisepsis nach Augen-

operationen gehen die Ansichten und zwar noch sehr weit auseinander. Die eigenthümlichen Schwierigkeiten, welche das Auge der antiseptischen Prophylaxe entgegenstellt, die Natur des Terrains, welches alle Bedingungen für das Vorhandensein und Wachsthum von Infectionskeimen bietet und wegen seiner Zartheit nicht so wirksam zu desinficiren ist, wie die Haut, werden nur durch besondere, dieser Localität angepasste Methoden zu überwinden sein.

Für die Ausarbeitung solcher Methoden haben sich jetzt die Fachgenossen mehr und mehr zu gemeinschaftlicher Arbeit vereinigt. Schon nach den heutigen Erfahrungen dürfte derjenige nicht mehr im Rechte sein, der mit der primitivsten Methode, der einfachen Reinlichkeit, dieselben Resultate zu erzielen glaubt, wie mit Hilfe von Desinfectionsmitteln.

Am überraschendsten ist die grosse Sicherheit der Prima intentio nach Extractionen fremder Körper aus dem Glaskörper, welche uns berechtigt, hier mit einer früher nicht zulässigen Kühnheit vorzugehen und die uns in diesen sonst so undankbaren Fällen zahlreiche Erfolge sichert.

Auch der wichtigsten Augenoperation, der des grauen Staares, ist die Antisepsis zu Gute gekommen, wenn auch zur Zeit ihr Nutzen noch nicht durch zahlreiche vergleichende Statistiken bewiesen wird. Hierzu braucht es grosser Zahlen, da man ja nur eine gewisse Verbesserung von bereits als gut angesehenen Resultaten erwarten kann. Dass die heutigen Durchschnittsresultate nicht noch verbesserungsbedürftig seien, wird Niemand im Ernste behaupten, so sehr sie auch die noch vor 20 Jahren erreichten übertreffen. Gerade die Staaroperation hat besonderen Anlass, sich die Antisepsis dienstbar zu machen, da jede ihrer Methoden, ganz abgesehen von der Grösse und Form der Wunde, dem Auge relativ viel grössere Gefahr hinzu-

tretender Entzündung bringt, als jede andere Operation am Augapfel, bei welcher die Linse unberührt bleibt, namentlich als die Iridectomie. Wir können uns darüber nicht wundern, seit wir erfahren haben, wie oft dabei ein Infectionsträger aus todtem Material, in Gestalt von Linsen- oder Kapselresten zwischen den Wundrändern liegen bleibt. Nachdem auf diesem Nährboden die Keime unmerklich eine gewisse Entwickelung erlangt haben, pflanzt sich die parasitäre Wucherung nach innen fort, wo sie bald schwere und stürmische, bald leichtere und schleichende Entzündung hervorruft.

Seit die Antisepsis auf der Tagesordnung steht, erscheinen die vielen und oft geringfügigen Modificationen der Schnittführung, in denen man sich bis vor Kurzem erschöpfte, von nebensächlicherer Bedeutung. Die Reform, welche in den 60er Jahren die Daviel'sche Lappenextraction umgestaltete und deren Ziel es war, durch Verbesserung der Operationstechnik die durch eitrige Entzündung bewirkten Verluste zu vermindern, ist im Wesentlichen in v. Graefe's modificirter Linearextraction zum Abschluss gekommen. Sie erzielte glänzende Erfolge, gab aber der Sicherheit des Gelingens die Integrität der Iris Preis. Sollte die antiseptische Prophylaxe je das zu erstrebende Ziel erreichen, alle von aussen kommenden Entzündungen sicher zu verhüten, dann würde auch die Wiedereinführung der idealsten Extractionsmethode, der mit Erhaltung der Integrität der Iris, wieder ernstlich ins Auge gefasst werden können.

In der Glaucomlehre hat die Untersuchung der Abflusswege des Humor aqueus eine neue Bahn für das Verständniss der Pathogenese eröffnet, indem man den gehinderten Abfluss des Kammerwassers in Betracht zog, während man früher fast allein die vermehrte Absonderung desselben berücksichtigt hatte. Die Entdeckung der Obstruction des Kammerwinkels lieferte das Fundament zu

dieser Anschauung, welche wenigstens für gewisse Formen des Glaucoms jetzt schon als hinreichend gestützt erscheint. In der Therapie haben wir in dem Eserin ein werthvolles prophylactisches und palliatives Mittel kennen gelernt. Die in theoretischer Hinsicht höchst bemerkenswerthen Versuche, die Iridectomie durch die Sclerotomie su ersetzen, haben zwar noch immer keine allgemein befriedigende Erklärung der Wirkung dieser Operationen geliefert, aber doch unsere Encheiresen durch ein in manchen Fällen mit Vortheil anwendbares Verfahren bereichert.

Es ist nicht die Absicht dieser Zeilen, die wichtigeren Fortschritte in allen einzelnen Zweigen der Ophthalmologie zu beleuchten. Doch sei es gestattet, noch darauf hinzuweisen, wie auch das weite Gebiet der functionellen Leistungen des Sehorganes und ihrer Störungen die umfassendste Bearbeitung und Förderung erfahren hat.

In der Lehre von den Refractionsanomalien hat die Entstehung der Kurzsichtigkeit und ihr Verhältniss zu den Anforderungen unserer heutigen Cultur, ihrer praktischen Wichtigkeit entsprechend, die eingehendsten Studien nach den verschiedensten Richtungen hin hervorgerufen.

Auch der Farbensinn und seine Anomalien haben die Fachgenossen in hervorragendem Masse beschäftigt, wobei auch die praktischen Folgen, besonders der angeborenen Störungen, Berücksichtigung fanden und sogar zu Präventivmassregeln seitens der Regierungen Anlass gaben. Die Theorie des Farbensinns wurde durch die geistreiche Hypothese von Hering in anregendster Weise befruchtet. Indessen verdankt diese Lehre ihre rasche Aufnahme bei vielen Ophthalmologen weit weniger den ihr als Fundament dienenden Ideen, als vielmehr der von ihr getroffenen Wahl der Grundfarben, bei der sie zunächst der täglichen Erfahrung einen einfachen Ausdruck giebt. Soweit sie aber den Zusammenhang der Thatsachen zu erklären sucht,

findet der schärfer Blickende nicht unerhebliche Bedenken. Die Vorstellung, dass der Vorgang der Erholung in der Nervensubstanz ebenso wohl mit Erregung verbunden sei, wie der entgegengesetzte Vorgang, welcher zur Ermüdung führt, eine Vorstellung, die besonders durch die dem Lichtmangel entsprechende positive Empfindung des Schwarz begründet wird, ist überraschend, aber völlig unbewiesen. Am bedenklichsten scheint die Annahme, dass in denselben Nervenelementen Lichtstrahlen von nur wenig verschiedener Wellenlänge diametral verschiedene Vorgänge, der Dissimilation und Assimilation, wie sie Hering bezeichnet, hervorbringen sollen. Die Young-Helmholtz'sche Hypothese erfüllt die allererste Anforderung, die an eine Hypothese zu stellen ist, der einfachste Ausdruck der Thatsachen zu sein: der drei-dimensionalen Mannichfaltigkeit des Farbensystems entspricht die Dreizahl der von ihr angenommenen Grundempfindungen. Man hat dabei Anstoss genommen an der Einfachheit der subjectiven Empfindung des Gelb und Weiss, welche nach dieser Theorie gemischte Farben sind; und doch werden erfahrungsgemäss Gelb sowohl als Weiss durch Mischung anderer Farben zu einer für unser Bewusstsein untrennbaren Verschmelzungsfarbe hervorgebracht.

Die Zahl der Grundfarben ist direct noch nicht zu bestimmen. Die Einfachheit der Annahme dreier Grundempfindungen beweist noch nicht deren Realität. Sicher ist nur, dass ihrer (beim normalen Auge) wenigstens drei sein müssen. Die Entdeckung des Sehpurpurs hat uns eine für Licht empfindliche Substanz in der Retina kennen gelehrt und ein völlig neues Gebiet, die Photochemie der Netzhaut erschlossen. Hier eröffnet sich uns ein Weg, dessen beharrliche Verfolgung mit der Zeit auch zur Lösung dieser fundamentalen Frage führen kann.

Erscheint nach dem soeben gemachten Rückblick auf die Leistungen einer relativ kurzen Zeit, an denen auch das Archiv einen nicht unerheblichen Theil sich zuschreiben darf, die Ophthalmologie der Gegenwart so schaffensfreudig und innerlich bewegt, als sich nur wünschen lässt, so ist auch für die Zukunft ein weiteres Fortschreiten mit Sicherheit zu erhoffen. Nicht an wenige hervorragende Namen allein ist der Fortschritt geknüpft, die gemeinschaftliche Arbeit vieler Gleichstrebender, das Zusammenwirken aller an der Culturarbeit theilnehmender Nationen verbürgt die Zukunft der Ophthalmologie.

Indessen bringt diese Arbeitstheilung auch Missstände mit sich, die an dieser Stelle um so weniger ganz zu übergehen sind, als dabei auch das fernere Gedeihen des Archivs mit in Frage kommt.

Die Literatur, nicht der Ophthalmologie allein, sondern auch der Medicin überhaupt, laborirt entschieden an Ueberproduction. Die Menge des Gebotenen ist so gross, dass es kaum mehr zu bewältigen ist, zumal für Denjenigen, der ausser der heimischen Literatur gewissenhaft auch der ausländischen zu folgen bemüht ist und der seinen Blick nicht auf den engen Kreis seiner Specialität beschränken will. Schon die oberflächlichste Ansicht der täglichen Production erfordert eine erhebliche Zeit und es bedarf nicht geringer Aufmerksamkeit und Consequenz, um aus der Menge von Material stets das Wichtigste und Bedeutende herauszufinden. Nicht immer wird der Leser einer ausführlichen Abhandlung für das gebrachte Opfer an Zeit, die er vielleicht anstrengender Berufsarbeit oder produktiver Thätigkeit abgemüssigt hat, hinreichend belohnt; darf man es ihm allzusehr verargen, wenn er allmälig dazu kommt, sich weniger um die Tagesliteratur zu bekümmern, da er sich doch nicht auf blosse Reproduction beschränken und der eigenen Forschung völlig entsagen will.

Die Folgerungen aus dem Gesagten liegen für Jedermann auf der Hand. Die möglichste Kürze, Klarheit und Uebersichtlichkeit der Arbeiten anzustreben liegt ebensowohl in dem Interesse der Autoren selbst wie in dem des Leserpublicums. Je mehr der Inhalt durchgearbeitet, je schärfer die Gründe erwogen, je strenger die Beweismittel gesichtet, um so knapper und überzeugender kann die Darstellung und Beweisführung gehalten sein, um so mehr wird diese das Interesse des Lesers fesseln. Wer nach einer mehr als ephemeren Beachtung seiner Leistungen trachtet, wird gut thun, die Veröffentlichung zurückzuhalten, bis diesen Anforderungen in aller Strenge genügt ist.

Wie oft verleitet aber das Haschen nach Priorität, Arbeiten noch unreif herauszugeben, die bei weiterer Durcharbeitung sich bleibende Beachtung erringen würden; ganz abgesehen von den glücklicherweise seltenen Producten, deren Existenzberechtigung schlechthin in Abrede zu stellen ist. Wer bedenkt, wie rasch die Wissenschaft selbst über tüchtige Leistungen hinwegschreitet, wie wenig die jetzige Generation die specielleren Verdienste selbst der allernächsten Vergangenheit im Gedächtniss behält, dem sollte doch der Werth der Priorität in Detailfragen zu nichtig vorkommen, als dass er kostbare Zeit zur Geltendmachung derartiger Ansprüche verwenden möchte.

Eine gründliche Kenntniss der Literatur ist unerlässlich; abgesehen von der Anregung, welche sie gewährt, schützt sie vor überflüssiger Wiederholung bereits gethaner Arbeit und ist die Bedingung der Gerechtigkeit gegen frühere Leistungen. Aber nicht bei jeder Specialarbeit ist es nöthig, ein Excerpt aller früheren Publicationen zu geben, auch derer, über welche die Wissenschaft schon zur Tagesordnung übergegangen ist. Kritik wirkt oft besser durch das, was sie verschweigt, als durch das, was sie ausspricht. Wir brauchen historische Uebersichten, aber keine literarischen Inhaltsregister. Krankengeschichten und Sections-

befunde, Versuchsprotokolle und Tabellen können zur Erläuterung oft sehr viel beitragen, oder sind auch als Belege unentbehrlich; oft sind sie aber auch zu kürzen, auf die nothwendigen und wesentlichen Abschnitte zu beschränken, oder mit dem einfachen Hinweis zu versehen, dass diese oder jene Punkte berücksichtigt seien. Uebt Jeder an seinem Theil in der hier angedeuteten Art eine weise Selbstbeschränkung, so kann sie nur ihm selbst und dem Ganzen von Nutzen sein.

Das Archiv wird auch in Zukunft was an ihm liegt zu thun bestrebt sein, um sich als Organ der wissenschaftlichen Ophthalmologie in allen ihren Zweigen auf dem bisherigen Stande zu erhalten und zu befestigen. Bleibt ihm auch fernerhin die Gunst der Fachgenossen zugewandt, so kann es getrost seine Laufbahn weiterführen.

Noch einmal die Farbensysteme.

Von

F. C. Donders.

Einleitung.

In Band XXVII. 1. dieses Archivs veröffentlichte ich eine Abhandlung über die Farbensysteme, worin im Allgemeinen an der Theorie von Young-Helmholtz festgehalten wurde.

Das Verhältniss des normalen Systems zu denen der Farbenblinden fasste ich jedoch anders auf. Anstatt darin nur das Fehlen einer der normalen Energien zu sehen, betrachtete ich es als eine Entwickelungsstufe des normalen, als ein dichroitisches System, dessen beide Energien, verschieden von denen des normalen, complementär zu einander sind und zusammen das neutrale Weiss bilden. Hiermit erledigten sich die Schwierigkeiten, welche, namentlich durch Fick, dem Farbensinn der Netzhautperipherie und der Farbenblindheit entnommen und, meiner Meinung nach, nicht beseitigt worden waren.

Diese Auffassung brachte nun in Bezug auf einige andere Punkte der Theorie von Young eine modificirte

Vorstellung mit sich. In dieser Theorie wird die unvollkommene Sättigung der Spectralfarben, das darin noch sichtbare Weiss, aus dem Zusammenwirken der drei Energien abgeleitet: ich meinte darin vielmehr den Ueberrest der einen und totalen Energie sehen zu müssen des ursprünglichen, noch unvollkommen differenzirten Lichtsinnes, die dem Farbensinn vorausging. Im dichroitischen System der Farbenblinden erkennt man die Entwickelung von zwei Energien als Contraste, an den entgegengesetzten Seiten des Spectrums und wie und wo sich neue hinzufügen, so werden doch schon die beiden primären schwerlich an derselben Seite des sichtbaren Spectrums zusammentreten können.

Mit den hier genannten Modificationen konnte, wie ich meinte, die Theorie von Young-Helmholtz aufrecht erhalten werden.

Inzwischen hatte Ewald Hering*), dessen Bestrebungen überhaupt mehr auf Gegensatz als auf Anschluss gerichtet sind, über die genannte Theorie den Stab gebrochen und eine neue aufgestellt, die er die Theorie der Gegenfarben nennt. Auch ohne eine eigentliche Kritik dieser Theorie im Auge zu haben, konnte ich bei meinen Erörterungen nicht ohne Collision mit ihr bleiben. Und Hering**) hat sich dadurch veranlasst gefunden, meine Arbeit vom Standpunkt seiner Theorie aus einer Kritik zu unterwerfen. Anderswo hatte er sich geäussert, er beabsichtige, seine Theorie später ausführlich darzustellen und erst bei dieser Gelegenheit die Bedenken zu beantworten, die ihr entgegen gehalten wurden. Er meinte nun aber nicht länger schweigen zu dürfen, „wo die Kritik einem

*) In einer Reihe von Mittheilungen, 1872—1874, der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften überreicht und herausgegeben unter dem Titel: Zur Lehre vom Lichtsinne. Wien 1878.

**) Kritik einer Abhandlung von Donders: Ueber Farbensysteme. Prag 1882.

„Versuch gilt, die Young-Helmholtz'sche Theorie „mit der seinigen zu verschmelzen und wesentlich zu „modificiren". So characterisirt Hering meine Darstellung.

Ich meinte anfangs darauf schweigen zu können. Im Allgemeinen kann man, auf naturwissenschaftlichem Gebiete, Widerspruch und Kritik ruhig unbeantwortet lassen: die Wahrheit findet durchgehends bald ihren Weg. In der letzten Zeit habe ich aber die Erfahrung gemacht, dass man sich nicht zu viel hierauf verlassen muss. Namentlich wenn man einem Gegner gegenübersteht, der die Waffen der Kritik so behende zu führen weiss und dem Leser durch den Ton der Siegesgewissheit so imponirt als Ewald Hering, wird Sprechen zur Pflicht.

Diese Erwägung veranlasste die hier folgende Antwort. Sie wird übrigens mehr sein als eine blosse Erwiderung: ich wünschte eine eingehende Prüfung der neuen Theorie, die, meines Erachtens nicht länger ausbleiben durfte, darauf folgen zu lassen und schliesslich die Resultate meiner weiteren Untersuchungen auf diesem Gebiet hinzuzufügen.

Im Interesse des richtigen Verständnisses erscheint es angemessen, gleich beim Anfange eine Uebersicht zu geben der

I. Hauptsätze von Herings Theorie.

Hering geht aus „von einer ganz vorurtheilsfreien Analyse der Gesichtsempfindungen". Diese Analyse führt ihn zu sechs „Grundempfindungen", die sich zu drei Paaren ordnen: Schwarz und Weiss, Blau und Gelb, Grün und Roth. Es wird vorausgesetzt, dass sie an eine „Sehsubstanz" gebunden sind; und jedes der genannten drei Paare ist durch einen Dissimilirungsprocess D, und einen Assimilirungsprocess A besonderer Qualität vertreten, „so dass also die

„Sehsubstanz in dreifach verschiedener Weise der chemischen „Veränderung oder des Stoffwechsels fähig ist."

Es ist auch erlaubt, und es vereinfacht die Darstellung, statt einer homogenen Substanz, gleichsam ein Gemisch dreier chemisch verschiedener Substanzen anzunehmen, und diese kurzweg als die schwarz-weisse, die blau-gelbe und roth-grüne zu unterscheiden und erstere als die farblose den beiden anderen als den farbigen entgegenzusetzen.

In der schwarz-weissen nun entspricht D Weiss, A Schwarz. Für die blau-gelbe und die roth-grüne Substanz lässt Hering es „vorerst ausdrücklich dahingestellt „sein, welche Farbe die D-Farbe, und welche die A-„Farbe ist."

In den drei Substanzen haben gleichzeitig D und A statt, in der schwarz-weissen aber, weil sie viel mehr entwickelt ist, viel kräftiger als in den beiden anderen. Darum ist auch „das Gewicht der immer gleichzeitig vorhan-„denen sechs Grundempfindungen ein sehr verschiedenes: „relativ gross das der schwarzen und weissen, sehr klein „das der vier farbigen Grundempfindungen, die oft selbst „unter der Schwelle bleiben."

„Alle Strahlen des sichtbaren Spectrums", so heisst es weiter, „wirken dissimilirend auf die schwarz-weisse „Substanz, aber die verschiedenen Strahlen in verschie-„denem Grade. Auf die blau-gelbe oder die grün-rothe „Substanz dagegen wirken nur gewisse Strahlen dissimi-„lirend und gewisse Strahlen gar nicht."

„Gemischtes Licht erscheint farblos, wenn es sowohl „für die blau-gelbe als für die roth-grüne Substanz ein „gleich starkes Dissimilirungsmoment setzt, weil dann „beide Momente sich gegenseitig aufheben und die Wir-„kung auf die schwarz-weisse Substanz rein hervor-„tritt."

„Zwei objective Lichtarten, welche zusammen Weiss „geben, sind also nicht als complementäre, sondern als

„antagonistische Lichtarten zu bezeichnen, denn sie er„gänzen sich nicht zu Weiss, sondern lassen dieses nur „rein hervortreten, weil sie als Antagonisten sich gegen„seitig ihre Wirkung unmöglich machen."

Den drei Substanzen entsprechen weiter drei Arten von D-Erregbarkeit und von A-Erregbarkeit, die alle variable Grössen sind. „Daher kann dasselbe Lichtgemisch nicht nur bald heller und bald dunkler, sondern auch bald irgendwie farbig und farblos erscheinen, je nach den Verhältnissen der eben vorhandenen sechs Erregbarkeiten, welche das bedingen, was ich die Stimmung des Sehorganes nennen will."

Soviel lehrt uns § 42.

Was man unter dem Gewicht einer Empfindung zu verstehen habe, wird in § 29 (vom Gewicht der Gesichtsempfindungen) und in § 43 (vom Gewicht der Farbenempfindungen) auseinandergesetzt.

Hering war zum Resultat gekommen: „dass die Art „(Helligkeit oder Dunkelheit) einer farblosen Gesichts„empfindung ausschliesslich bestimmt ist durch das Ver„hältniss, in welchem die Intensität oder Grösse der „Dissimilirung der Sehsubstanz zu ihrer gleichzeitigen „Assimilirung steht."

Von den absoluten Grössen von D und A würden „Helligkeit und Dunkelheit" durchaus unabhängig sein.

Nun frägt er in § 29, was denn die absolute Grösse bedeutet. Und die Antwort lautet: „sie bestimmt das Gewicht der entsprechenden Empfindung."

Dies wird näher erläutert:

„Liegen einer Empfindung, wie z. B. dem Grau, zwei „gleichzeitige psycho-physische Processe verschiedener „Qualität zu Grunde, so giebt die Summe der Grössen „beider Processe das Gewicht der resultirenden oder Misch„empfindung. Die Deutlichkeit, mit welcher in einer sol„chen zusammengesetzten Empfindung jede einzelne relativ

„einfache Empfindung hervortritt, hängt ab von dem Ver-„hältnisse, in welchem ihr eigenes Gewicht zum Gesammt-„gewichte der resultirenden oder zusammengesetzten Em-„pfindung steht. So ist die Helligkeit oder Weisslichkeit „einer grauen Empfindung bestimmt durch das Verhältniss „des Gewichtes der weissen Empfindung (oder der Grösse „der Dissimilirung) zum Gesammtgewichte der grauen „Empfindung, d. h. zur Summe der Gewichte der weissen „und der schwarzen Empfindung (oder der Grössen der „Dissimilirung und der Assimilirung)."

„Ist eine schon zusammengesetzte Empfindung", so fährt er fort, „wie z. B. Grau, wieder eine Componente einer noch complicirteren Verbindung, z. B. des Graublau, so hängt die Deutlichkeit, mit welcher das Grau in dieser Empfindung hervortritt, wieder ab von dem Verhältnisse, in welchem das Gewicht der grauen Empfindung zum Gesammtgewichte der grau-blauen steht."

Hierin liegt das „psycho-physische Grundgesetz" eingeschlossen, wovon Hering, im Gegensatze zu Fechner ausgeht. „Dieses Gesetz besagt", so lesen wir, „dass die Reinheit, Deutlichkeit oder Klarheit irgend einer Empfindung oder Vorstellung abhängt von dem Verhältnisse, in welchem das Gewicht derselben, d. i. die Grösse des entsprechenden psycho-physischen Processes steht zum Gesammtgewichte aller gleichzeitig vorhandenen Empfindungen und Vorstellungen, d. i. zur Summe der Grössen aller entsprechenden psycho-physischen Processe."

In diesem Gesetz und in den Processen von Dissimilirung und Assimilirung mit D- und A-Erregbarkeiten in drei Sehsubstanzen wurzelt, sowie wir in den Schlussbemerkungen lesen, die neue Theorie.

Diese Uebersicht wird genügen. Der Nachweis, dass die einzelnen Theile des nervösen Sehorganes in inniger functioneller Wechselbeziehung stehen, dem die zwei ersten Mittheilungen gewidmet sind, steht mit der Theorie in

keinen directen Verband, sie dürfen darum hier übergangen werden. Soweit nöthig, wird ihrer weiterhin Erwähnung geschehen.

II. Antikritik.

Hering's Kritik zerfällt in vier Theile, die zur Aufschrift tragen:

a) Donders nimmt die meisten Hauptsätze der Theorie der Gegenfarben an;

b) Donders versucht die Gegenfarbentheorie in zwei Punkten abzuändern;

c) Donders sucht die Vierfarbentheorie mit der Dreifarbentheorie von Young-Helmholtz zu combiniren;

d) Widerlegung der von Donders gegen die Theorie der Gegenfarben erhobenen Bedenken.

Was a, b und c angeht, werde ich dem Autor Schritt für Schritt folgen. Dabei wird Gelegenheit sein, soviel nöthig, auch auf d zu antworten.

a) Donders nimmt die meisten Hauptsätze der Theorie der Gegenfarben an.

Diese Behauptung überraschte mich. Ich hatte die Gegenfarben mit ihren Consequenzen bestritten. Wie konnte behauptet werden, dass ich, der ich den Kern der Theorie, die Gegenfarben, verwarf, die meisten Hauptsätze der Theorie annehme?

Bei weiterem Lesen löst sich mir das Räthsel. Es stellte sich heraus, dass von andern Autoren entlehnte und der Theorie einverleibte Resultate und Ideen hier zu ihren „Hauptsätzen" erhoben werden, und, jene Resultate und Ideen unterschreiben heisst — sich mit den Hauptsätzen der Theorie einverstanden erklären.

Ein erstes Beispiel:

Neben Schwarz und Weiss nehme ich die vier einfachen Farben an, die, durch Lionardo da Vinci als solche unterschieden, durch Göthe bei der Nomenclatur in den Vordergrund gestellt werden, durch Aubert nachdrücklich als principale bezeichnet, durch Mach als einfache, mit einfachen psycho-physischen Processen in Verbindung gebracht werden, und siehe, — damit unterschreibe ich nach Hering einen der Hauptsätze seiner Theorie.

Ein zweites:

Newton's Farbenkreis setzt voraus, dass die Complementärfarben darin sich diametral gegenüberliegen. Bei Brücke tritt dies als Postulat in den Vordergrund. Ich stellte die gleiche Forderung: „Mit mir", sagt Hering, als ob ich seine Theorie zu Rathe gezogen und einen ihrer Grundsätze adoptirt hätte.

Ueberdies übersieht er, dass ich, nicht zufrieden mit einem theoretischen Requisit, mir die Mühe gab, aus frischen Farben mit gleich merkbaren Unterschieden auf rein empirischem Weg alle Uebergangstinten durch Mischung darzustellen und nun als Resultat erhielt, dass bei radiärer Anordnung auf der Peripherie eines Kreises (von 1 Meter Durchmesser), bei Einhaltung gleicher Abstände, überall die Complementärfarben sich annähernd diametral gegenüberliegen. Diese zeitraubende Arbeit war nicht überflüssig. Es musste noch untersucht werden, ob die complementären Farbenunterschiede ungefähr gleich weit auseinanderliegen, und diese Frage wurde hier, wie ich glaube, zum ersten Mal entschieden und zwar in bejahendem Sinn.

Wir kommen zu den psychophysischen Processen.

Hering citirte die Sätze von Mach: „Jedem Psy- „chischen entspricht ein Physisches und umgekehrt. „Gleichen psychischen Processen entsprechen gleiche phy- „sische, ungleichen ungleiche. Allen Details des Psychi- „schen correspondiren Details des Physischen." Dagegen

hatte ich nichts einzuwenden. „Bei allen psychophysischen Processen", so drückte ich mich aus, „hat „man, wo immer es sich um dergleichen Vorgänge han-„delte, wo nicht Einheit, so doch absolute Correspondenz „zwischen dem psychischen und physischen Elemente „angenommen." Hat Fechner *) nicht schon gesagt: „Leib und Seele gehen mit einander; der Aenderung „im einen correspondirt eine Aenderung im andern?" Haben seine Worte: „Die geistige und leibliche Seite des „Menschen gehören ebenso untrennbar zusammen, als die „convexe und die concave Seite eines Kreises" eine andere Bedeutung? — Und schon vor Fechner wurde hier und anderswo dasselbe gelehrt.

Und nun schreibt Hering: „Demnach postulirt Don-„ders, ebenso wie ich, für die vier einfachen Farben vier „entsprechende specifische Processe, Schwarz und Weiss „nicht inbegriffen."

Und über die centrale Substanz:

Knüpfe ich die genannten Processe an denselben Stoff, an dieselbe Form, so bemerkt Hering: „Auch ich „habe als Träger der fraglichen psychophysischen Pro-„cesse eine Substanz angenommen, welche in verschiedenen „Weisen der chemischen Veränderung oder des Stoff-„wechsels fähig ist", und schliesst: „Abgesehen also davon, „dass Donders diese Substanz als centrale Substanz be-„zeichnet, während ich sie Sehsubstanz nannte, besteht „auch hier keine Differenz zwischen Donders und mir."

Muss ich Hering hinweisen auf die „Sehsinnsubstanz" von Joh. Müller **), einem Meister, bei dem wir beide zur Schule gingen, „eine Substanz, die von jedwedem „Reiz, welcherlei Art er immer sei, aus ihrer Ruhe zur „Affection bewegt, diese ihre Affection in den Energieen

*) Elemente der Psychophysik. 1860. Bd. I., S. 5.

**) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes, S. 44 u. ff. 1826.

„des Lichten, Dunkeln, Farbigen sich selbst zur Empfin-
„dung bringe."

Sollte irgend ein Physiolog, sollte Helmholtz, der in der Young'schen Theorie eine Anticipation der Lehre von den physiologischen Energien erkannte, wie sie durch Joh. Müller entwickelt werden sollte, anders davon denken? Welchen Sinn haben dann die Worte Hering's: „Auch hier keine Differenz zwischen Donders und mir?"

Hering bringt nun in Erinnerung, dass, unter dem Einfluss des Lichts, in der Sehsubstanz ein chemischer Process entsteht oder, dass eine chemische Veränderung in entgegengesetzter Richtung diese Substanz auf ihren ursprünglichen Zustand zurückbringt, und lässt darauf folgen:

„Donders acceptirt auch diese meine Auffassung,
„braucht jedoch nicht die Worte Dissimilirung und Assi-
„milirung, sondern sagt statt dessen Dissociation und
„Neubildung der Moleküle."

Ich wüsste wahrlich nicht, was ich hier von Hering zu acceptiren hätte. An Verbrauch und Regeneration in den Geweben zweifelt doch niemand; die durch das Licht in der Retina hervorgerufene Veränderung hatte ich schon lange als photochemischen Process erkannt, und wählte ich das Wort Dissociation, dann hatte ich damit nicht gewartet, bis Hering von Dissimilirung gesprochen hatte. Ich glaube sogar den Terminus in die Physiologie eingeführt zu haben*), nachdem es sich mir gezeigt hatte, dass der Gasaustausch bei der Athmung auf Dissociation, wie der Begriff in der Thermochemie festgestellt worden war, zurückgeführt werden kann. Alle Erscheinungen des Gaswechsels zwischen Luft und Blut und im Blute selbst liessen sich aus diesem Process erklären, und was derselbe über den Austausch des Kohlenoxydes und überhaupt über

*) Onderz. physiol. Labor. I. p. 92.

den Einfluss verschiedener Temperaturen auf die Schnelligkeit des Austausches verschiedener Gase voraussagen liess, fand ich durch Experimente bestätigt. Diesem Processe der umkehrbaren Dissociation stellte ich, als nicht umkehrbaren, das Zerfallen der Moleküle in den sogenannten Stoffwechselproducten, in den lebenden Geweben gegenüber, nachdem ich mich noch einmal überzeugt hatte, dass von dem begierig aufgenommenen Sauerstoff aus den lebenden Geweben selbst bei einer Temperatur von 100° keine Spur zu erhalten ist, während sie schon bei niedrigen Temperaturen Kohlensäure regelmässig entwickeln und zwar, innerhalb gewisser Grenzen, in der Temperatur proportionaler Mengen. Konnte es anders geschehen, als dass ich diese Vorstellungen auch auf die Sehsinnsubstanz übertrug?

Wo in dem Obenstehenden Hering auf Uebereinstimmung hinweisen konnte, war offenbar nichts im Spiele, was „Grundsatz" der Theorie genannt werden kann, nichts was seine Theorie charakterisirt. Nun aber haben wir uns einem Punkt genähert, der in der That unter die „Cardinalpunkte" derselben gerechnet zu werden verdient und zwar einem solchen, für welchen er die Autorschaft ungeschmälert in Anspruch nehmen kann: ich meine die Vorstellung, dass die Bilduug neuer Moleküle, die Assimilirung Hering's, das materielle Correlat der Schwarzempfindung sein soll.

Aber siehe! hier beruht die gewähnte Uebereinstimmung auf einem Missverständniss. Meine Worte sind diese: „Mit der Empfindung Weiss ist die vollständige Disso- „ciation der Moleküle verbunden. Schliesst man das Licht „ab, dann geht die Empfindung allmählich in Schwarz über. „Während dem steigt die Anzahl der Moleküle und zeigt „sich gesteigerte Neigung zur Dissociation an."

Hering aber hatte gesagt: „Nach vorabgegangener „Einwirkung und dem darauffolgenden Abschlusse des „Lichtes überwiege die Assimilirung und also die der-

„selben (der Assimilirung) correspondirende Empfindung „des Schwarz."

„Also mit andern Worten", so schliesst er, „ganz dasselbe, was Donders sagt."

Bis auf einen kleinen aber vielbedeutenden Unterschied. „Und also", sagt Hering und machte dadurch die Schwarzempfindung von dem Uebergewicht der Assimilirung abhängig. Bei mir ist nichts dergleichen zu finden, nichts, was zeigte, dass ich der Molekülbildung (Hering's Assimilirung) irgendwelche directe psychophysische Bedeutung zugeschrieben hätte.

„Zweitens habe ich", sagt Hering weiter, „zuerst „darauf aufmerksam gemacht, dass das reine oder tiefe „Schwarz überhaupt nur örtlich in Folge simultanen Con„trastes auftritt." Anderswo *) aber schrieb er: „Gleich„wohl ist es eine Thatsache der alltäglichen Erfahrung, „welche ich jedoch noch nirgends besonders betont ge„funden habe, dass die eigentlich schwarze Empfindung „erst unter dem Einflusse des äusseren Lichtreizes zu „Stande kommt." Und in der That ist es uns Allen bekannt, dass allein neben Weiss die Schwarzempfindung intensiv hervortritt. Man liest dies bei Helmholtz, man findet es bei Delboeuf „betont", und dem Ausspruch Hering's entspricht durchaus die Beschreibung Aubert's, der im Dunkeln beim Sichtbarwerden eines glühenden Drahtes die subjectiven Lichterscheinungen verschwinden sah. Von „ohne Weiteres annehmen" zweier Punkte aus seiner Theorie, welche er mit „als Cardinalpunkte derselben bezeichnen darf", kann also keine Rede sein.

Endlich erinnert Hering, wie er die Ermüdungstheorie von Fechner und Helmholtz bestritten habe, und wie auch ich kein unbedingter Anhänger derselben

*) Zur Lehre vom Lichtsinn. S. 63.

sei. „Auch er (Donders) nimmt an, dass der psycho-„physische Process, welcher einer farbigen Empfindung „entspricht, in dem Masse als er besteht und andauert, „den der Gegenfarbe oder Complementärfarbe entsprechen-„den Process hervorruft." Hering citirt meine darauf sich beziehenden Worte: „Wir haben zu berücksichtigen, „dass jede Farbe, indem sie sich selber erschöpft und die „complementäre hervorruft, bei ihrem Auftreten sofort zu „erblassen beginnt, um so schneller, je grösser ihre Licht-„stärke." Ist diese Vorstellung von ihm entlehnt? Ist sie nicht nothwendig in meiner partiellen Dissociation enthalten und wird das „direct erzeugen" der Complementärfarbe aus der partiellen Dissociation nicht sogar leichter begreiflich als aus Hering's Theorie?

Man sieht, in welch sonderbarem Wahn Hering befangen ist, wenn er seine erste Behauptung mit den Worten schliesst:

„Ich glaube im Obigen hinreichend dargethan zu haben, „dass Donders die meisten wesentlichen Sätze meiner „Theorie einfach angenommen hat."

b) Donders versucht die Gegenfarbentheorie in zwei Punkten abzuändern.

„Den ersten Abänderungsversuch", so lesen wir, „macht Donders bei der Erörterung der psycho-physischen „Processe, welche den verschiedenen farblosen Lichtempfin-„dungen entsprechen sollen".

Die Erörterung, auf welche Hering abzielt, ist sehr kurz und möge daher wiederholt werden.

„Mit der Empfindung von Weiss," schrieb ich*), ist „die vollkommene Dissociation der Moleküle verbunden, „wie sie unter dem Einfluss der sämmtlichen Sonnenstrahlen

*) v. Graefe's Arch. f. Ophthalmol., B. XXVII. 1, S. 174.

„geworden ist und sich auch wohl offenbaren musste. Sie „darf vollständig heissen, weil die Moleküle, die aus diesen „Dissociationen hervorgehen, keiner weitern Dissociation „fähig sind. Dies wird dadurch bezeugt, dass bei mässiger „Intensität die Empfindung von Weiss anhalten kann, ohne „sich der Art nach zu ändern und ohne zu secundären „Empfindungen zu disponiren, was ausschliesslich der Em- „pfindung von Weiss eigen ist. Selbst quantitativ kann „sie geraume Zeit unverändert bleiben, indem bei mässigem „Licht die Bedingungen erfüllt sind, worunter Verbrauch „(Dissociation) und Neubildung der Moleküle, unter dem „Einfluss der Ernährung, einander aufwiegen. Schliesst „man jetzt das Licht ab, dann geht sie allmählich in „Schwarz über, ebenfalls ohne Aenderung ihrer Qualität. „Während dem steigt die Anzahl der Moleküle durch Ueber- „wiegen der Neubildung und offenbart sich grössere Neigung „zu Dissociation. Endlich können Bildung und Verbrauch „hierbei einander gleich werden, und zwar mit Reduction „beider zu einem Minimum. Die Empfindung nähert sich „dann dem Schwarz, während vollständiges Schwarz nur „örtlich unter dem Einfluss von Contrast vorkommt. In „diesem Zustande hat die Empfindlichkeit ihr Maximum „erreicht."

Der unbefangene Leser wird eingesehen haben, dass hier von der Dissociation in ihrem Verhalten zu dem einfallenden Licht, als physischem Correlate aller Lichtempfindung, ausgegangen wird, so dass von Bildung von Molekülen nur die Rede ist, insofern dieselbe zur Unterhaltung der Dissociation dienen muss.

Nicht so Hering. Er liest in meinen Worten, dass ich das physische Correlat nicht in der Dissociation als solcher suche, sondern, conform seiner Theorie, in dem Verhalten von D zu A.

„Schliesst man das Licht nun ab," so hatte ich gesagt, „dann geht die Weissempfindung ohne Aenderung ihrer

„Qualität allmählich in die von Schwarz über: während dem „steigt die Anzahl Moleküle durch Ueberwiegen der Neu-„bildung und offenbart sich grössere Neigung zur Disso-„ciation." — Was sollte dies anderes bedeuten, als dass beim Abschlusse des Lichtes die Weissempfindung verschwindet und dass gleichzeitig die Anzahl spaltungsfähiger Moleküle wieder steigt? An einen Causalzusammenhang zwischen diesem Steigen und der Schwarzempfindung habe ich nicht gedacht. Und nach Hering soll es beweisen: „dass Donders der Empfindung des Schwarz ein Ueber-„wiegen der Neubildung über den Verbrauch entsprechen „lässt."

Ebenso unrichtig ist seine Auffassung des vorhergehenden Satzes, in welchem angenommen wird, dass die Dissociation, und damit die Empfindung längere Zeit unverändert bleiben können, wenn bei mässigem Licht die Bedingungen erfüllt sind, unter welchen Verbrauch (Dissociation) und Neubildung der Moleküle unter dem Einfluss der Ernährung einander aufwiegen. Hering liest darin, dass ich dem Gleichgewicht zwischen Neubildung und Verbrauch eine Reihe von Helligkeitsempfindungen entsprechen lasse, „die ganze Scala der Empfindungen, „welche mässiges Licht in uns erweckt", während das Gleichgewicht durch mich nicht für diesen oder jenen bestimmten Helligkeitsgrad postulirt wird, sondern einzig und allein für das Gleichbleiben dieses Grades, wie immer er auch sein möge: unverändert aber kann er allein bleiben, wenn, durch Gleichgewicht zwischen Neubildung und Verbrauch gleiche Moleküle in gleicher Anzahl für die Dissociation verfügbar bleiben.

Liegt die Schuld an dem Missverständnisse bei mir? Meine Erklärung war etwas kurz und gedrungen, aber bei ruhigem Lesen doch wohl zu verstehen und sicher nicht doppelter Auffassung fähig.

Doch, abgesehen von Missverständnissen, bestreitet

Hering auch die Voraussetzung selbst, dass bestimmte Helligkeitsgrade bei constantem mässigem Licht längere Zeit hindurch constant bleiben könnten. Eine solche Behauptung hält er „mit den Thatsachen in offenbarem Widerspruch". Ist es denn nicht wahr, dass man bei demselben Licht Stunden lang seine Thätigkeit fortsetzen kann, ohne merkliche Abnahme der Sehschärfe? Lesen bei zu schwachem Licht ermüdet, macht die dabei geforderte Anstrengung mühsam; — zu starkes Licht blendet und stumpft schliesslich ab. Aber innerhalb ziemlich weiter Grenzen — ich überzeugte mich hiervon durch specielle Versuche — bleibt bei demselben Licht die Sehschärfe längere Zeit stationär, und daher auch die Helligkeit, wovon sie abhängig ist.

Hering gründet seinen Widerspruch auf die „Ermüdungs- und Nachbilder-Erscheinungen." Nachbilder von zwei weissen Feldern auf dunkelm Grund verrathen jeden Helligkeitsunterschied zwischen den Feldern selbst. Mit dieser Thatsache soll meine Vorstellung unvereinbar sein. „Wenn sich bei Betrachtung der beiden weissen Felder „an den beiden betroffenen Stellen des Sehorganes über- „haupt nichts ändert, so kann," sagt Hering, „auch eine „zurückbleibende Verschiedenheit der beiden Stellen nicht „angenommen werden." Vollkommen zugestimmt! Aber ich habe wahrlich nicht behauptet, dass zwei Stellen, die dem Licht von verschiedener Intensität ausgesetzt sind, einander gleich bleiben. Von dem ganzen Process der Veränderung und Anpassung kann man sich leicht eine Vorstellung bilden. Das Gesichtsfeld sei eine gleichmässig graue Fläche und das Auge fixire einen bestimmten Punkt: nach kurzer Zeit sind Neubildung und Verbrauch im Gleichgewicht. Nun werden auf der grauen Fläche zwei weissere Felder angebracht; an den betreffenden Stellen nimmt nun die Dissociation zu und damit die Helligkeit, nimmt aber rasch wieder ab, weil die Neubildung, obwohl vermehrt,

mit ihr nicht gleichen Schritt hält und wird stationär, sobald Verbrauch und Neubildung im Gleichgewicht sind. Bei diesem Gleichgewicht sind Verbrauch und Neubildung nur lebendiger als auf dem grauen Feld, die Empfindung, in Folge des schnellern Verbrauchs, auch intensiver, die Zahl der vorhandenen Moleküle aber nicht vermehrt, sondern im Gegentheil vermindert. Und diese Verminderung, zugleich mit Reduction ihres Labilitätszustandes, muss sich in den Nachbildern als geringere Helligkeit offenbaren. Natürlich verschwinden die Nachbilder bald, weil die noch fortdauernde stärkere Neubildung den gleich beschränkten Verbrauch übersteigt und ihn demzufolge bald wieder auf sein normales Maass erhebt.

So wird von den Erscheinungen hinreichend Rechenschaft gegeben.

Dass Hering sich meiner Vorstellung entgegenstellte, befremdet mich übrigens nicht. Nehmen wir an, dass bei ziemlich grosser Lichtstärke eine Helligkeit fortbesteht, ansehnlich grösser als das „mittlere Grau," und daher, nach Hering's Theorie, ansehnlich mehr Verbrauch als Neubildung stattfindet, wie bald muss dann die dissimilirbare Substanz — und damit auch die Dissimilirung selbst, auf ein Minimum reducirt sein, womit die grosse Helligkeitsempfindung unvereinbar ist?"

Ich gehe zu dem zweiten Punkt über, worin ich darnach getrachtet haben soll, „die Gegenfarbentheorie „abzuändern." Er betrifft „die den vier einfachen Farben „correlaten psycho-physischen Processe."

Wie stellt Hering sich diese Processe vor?

Der Kern seiner Theorie liegt, wie wir sahen, in den „Gegenfarben". Weiss und Schwarz, — nach seiner Würdigung Empfindungen gleicher Dignität, — bringt er mit der schwarz-weissen Substanz in Verbindung, und zwar Weiss mit ihrer Dissimilirung D, Schwarz mit ihrer Assimili-

rung A. Diese Gegenüberstellung überträgt er auf die Farben. In der roth-grünen und der blau-gelben Substanz würde eine der Farben an D, die andere an A gebunden sein. Weiter aber verfolgt er die Analogie nicht. In der schwarz-weissen Substanz machen sich die Processe D und A und ihre entsprechenden Empfindungen nebeneinander geltend, und aus der Mischung beider würden alle Uebergänge hervorgehen. In den beiden andern Substanzen dagegen werden die Processe D und A und die entsprechenden Farben roth und grün, gelb und blau zu Antagonisten, die einander feindlich gegenüberstehen und sich gegenseitig ausschliessen. Wo in den Lichtwellen für beide die Entstehungsbedingungen enthalten sind, kommt allein diejenige zu ihrem Recht, die das Uebergewicht hat, und insofern sie das Uebergewicht hat, und macht das Uebergewicht sich auch nur geltend im Gewicht, wie Hering es nennt, der Empfindung.

Gegenüber dieser Vorstellung stehe nun die meine.

„Die Empfindungen der einfachen Farben", so drückte ich mich aus *), „knüpfen wir an partielle Dissociationen „derselben Moleküle. Im Gegensatz zu der Empfindung „von Weiss, die unverändert andauert, rufen sie die com„plementäre hervor, die, sofort begonnen, an Kraft zu„nimmt. Das Erblassen der Farbe ist hiervon die Folge. „Ist sie über das ganze Gesichtsfeld verbreitet, dann wird „in der Wahrnehmung die Farbe zum Schlusse beinahe „unmerklich: die Empfindung wird neutral. Die Erklärung „ist diese, dass von der primären (partiellen) Dissociation „Moleküle übrig bleiben, deren secundäre Dissociation die „complementäre Empfindung entwickelt. Diese letzteren „dissociiren allmählich spontan, auch ohne adäquaten Reiz, „aber bekommen doch mehr und mehr die Oberhand, so „dass schliesslich bei gleicher directer und indirecter Disso-

*) v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. XXVII. 1, S. 175.

„ciation ein Gleichgewichtszustand mit neutraler Empfin- „dung eintreten würde."

„So vindicirt das Organ seine vollständige Energie. „Fällt nun wieder weisses Licht ins Auge, dann macht „sich sofort die Complementäre geltend, bis mit dem Ver- „schwinden der secundären Moleküle das Gleichgewicht „wieder hergestellt ist.

„Manche partiellen Processe können nebeneinander „bestehen. Wir sehen davon den Beweis in den zusammen- „gesetzten Farben, worin wir zwei einfache wieder er- „kennen: Gelb mit Grün und mit Roth, Grün mit Gelb „und mit Blau; Blau mit Grün und mit Roth, — zu- „sammen vier Combinationen, durch deren Vermittelung „sämmtliche Farben einen geschlossenen Ring bilden. „Diese Combinationen beruhen jede auf zwei Formen von „partieller Dissociation, die nebeneinander in denselben „Molekülen vorkommen, weil sie sich nicht zu einer „totalen Dissociation verbinden können."

Gegen diese meine Vorstellung nun ist die Kritik von Hering hauptsächlich gerichtet.

Seine erste Einwendung betrifft die Entstehung von Weiss aus zwei Complementärfarben. Nachdem er daran erinnert hat, dass nach meiner Vorstellung die Einwirkung einer bestimmten Lichtsorte, z. B. gelben Lichts, ein Restmolekül zurücklasse, das die Empfindung der Complementärfarbe, d. i. blau, hervorrufen könne, fährt er fort: „Aber ganz derselbe, der Empfindung Blau correlate „Dissociationsprocess, welcher sich bei der Einwirkung „gelben Lichtes indirect und secundär entwickeln soll, „kann, nach Donders, auch primär unter der Einwirkung „blauen Lichtes entstehen. Bei dieser Art partieller Dis- „sociation eines Moleküls bleibt ebenfalls ein Restmolekül, „dessen indirecte, secundäre Dissociation nun ganz das- „selbe darstellt, was soeben als primäre, dem Gelb ent- „sprechende partielle Dissociation erörtert wurde."

„Wenn also die beiden Processe, welche einerseits „der gelben, andererseits der blauen Empfindung correlat „sind, gleichzeitig in der Sehsubstanz stattfinden, so sollen „wir weder die eine noch die andere Empfindung haben, „sondern Weiss empfinden. Wo bleibt bei dieser Auf„fassung die von Donders selbst betonte absolute Corre„spondenz des physischen und psychischen Elementes? „Weiss ist als Empfindung genommen doch ganz anderer „Qualität als Gelb oder Blau."

Hering vergisst, dass ich scharf unterschieden habe zwischen „Mischung" und „Verschmelzung". „Gewisse partielle Processe", so schrieb ich, „können nebeneinander „bestehen. Wir sehen davon den Beweis in den zusammen„gesetzten Farben, worin wir zwei einfache wieder er„kennen: Gelb kann sich sowohl mit Grün als mit Roth „verbinden; Grün mit Gelb und mit Blau; Blau mit Grün „und mit Roth, — zusammen vier Combinationen, durch „deren Vermittelung sämmtliche Farben einen geschlos„senen Ring bilden — alles Combinationen, bei welchen „noch ein Rest der Moleküle übrig bleibt, der die Com„plementärfarben vergegenwärtigt. Aber weder aus (com„plementärem) Grün und Roth, noch aus Gelb und Blau „kann sich eine zusammengesetzte Farbe bilden, eben weil „sie complementär sind und ihre Verschmelzung daher „totale Dissociation mit sich bringt."

Weiter habe ich hervorgehoben, dass man überhaupt nicht von Mischung sprechen kann, wo zwei Processe sich zu einem dritten verschmelzen, sui generis, wie ich hinzusetzte, und wo man daher gemäss den Grundprincipien der Psycho-Physik auch eine Empfindung sui generis erwarten müsse.

Anderswo erkennt Hering*) mit so vielen Worten, dass von vornherein nicht einzusehen ist, warum zwei

*) Zur Lehre vom Lichtsinne, S. 109.

seiner Antagonisten nie gleichzeitig in einer Farbe deutlich bemerkbar sind. „Warum", sagt er, „soll es keine „Farbe geben, die zugleich Roth und Grün oder Gelb und „Blau zu enthalten scheint? Eine Antwort hierauf ist „vorerst unmöglich." — Er hat wohl Recht, sich hierüber zu verwundern. Seine Gegenfarben stehen zu einander wie Dissimilirung und Assimilirung, d. h. Weiss und Schwarz. Weiss und Schwarz nun combiniren sich zu dem neutralen Grau, in welchem, so lehrt Hering, beide sichtbar sind. Warum denn nicht ebenso Roth und Grün, Gelb und Blau? Sie stehen doch, ebensogut wie Weiss und Schwarz, zu einander wie D : A, und zwar in einer analogen oder, was Hering noch mehr zusagt, in einer und derselben Substanz. Er muss sich desto mehr hierüber wundern, als nach seiner Vorstellung Roth und Grün, Gelb und Blau in fast allen Processen constant vorkommen, aber nur unter der Schwelle bleiben. Meine Vorstellung von der partiellen Dissociation neben der totalen braucht nach keiner Erklärung zu suchen. Die Processe der Complementärfarben gehen in die totale auf und geben dadurch ihr selbstständiges Bestehen Preis.

„Ein zweiter theoretischer Einwand: ein Nebeneinander-Bestehen zweier nicht complementärer partieller „Dissociationen in denselben Molekülen ist undenkbar."

So behauptet Hering.

Auf den Vordergrund stellte ich: in demselben Stoff, in demselben Formelement. Dass die sich combinirenden Processe auch in denselben Molekülen vor sich gehen sollten, habe ich nicht ausdrücklich gesagt. Zu lesen steht: „Diese Combinationen (Gelb und Roth u. s. w.) beruhen „jede auf zwei Formen von partieller Dissociation, die „nebeneinander in denselben Molekülen vorkommen, „weil sie sich nicht zu einer totalen Dissociation „verbinden können." Man sieht, die Phrase ist nicht correct. „Weil" kann sich nicht beziehen auf „denselben

Molekülen." Diese Worte wurden eingeschoben, um mit demselben Satz auszudrücken, dass, auch in denselben Molekülen gedacht, die beiden Formen sich nicht zu einer totalen Dissociation verbinden würden. So hat das Streben nach Kürze mir einen Possen gespielt. Uebrigens handelt es sich hier um eine Frage, die auf meine Vorstellung von der Dissociation als psycho-physisches Correlat der Empfindung ohne jeglichen Einfluss ist. Sie postulirt nur dieselbe Substanz in derselben Zelle und in dieser Substanz die Môleküle in verschiedenen Dissociationsphasen. Doch ist bei der Complicirtheit, die ich den lebenden Molekülen zuschreiben zu müssen glaube, das Bestehen von zwei partiellen Dissociationen in demselben Molekül auch keineswegs undenkbar.

Ich beantwortete dieses zweite Bedenken Hering's etwas ausführlicher, weil ich nicht zugeben kann, dass „das Ganze — Moleküle und ihre Dissociationen — wohl „nur eine Art Gleichniss sein soll, und als solches keinen „Anspruch auf strengere Durchführbarkeit erhebt."

In meinen Augen liegt in dieser Vorstellung etwas Reelles. Spaltung von Molekülen, so weit dieselbe gehen kann, müssen wir uns verbunden denken mit der Empfindung von Weiss, als dem Resultat der Einwirkung sämmtlicher Strahlen des Sonnenlichts. Und was den Farbensinn betrifft, so liegt in der secundären Farbe des Nachbildes, die mit der primären vereinigt Weiss bildet, beinahe ein Zwang zu der Vorstellung von zwei partiellen Spaltungen, die, wo sie zusammentreffen, unter Preisgebung ihres selbstständigen Bestehens, in die totale aufgehen.

Hering weist auf die Analogie meiner Vorstellung mit den Grundgedanken Schopenhauer's *) und theilt

*) Der Ausgangspunkt meiner Betrachtungen lag in der Dissociation der Moleküle. Uebrigens ist es sehr wohl möglich,

uns mit, dass er dieselben bereits vor der Publication seiner Mittheilungen über den Lichtsinn sorgfältig erwogen, aber unbrauchbar befunden hatte. Was ihn vor Allem veranlasst hatte, sie als unverwerthbar zur Seite zu stellen, sind die sogenannten Ermüdungserscheinungen, die mit denselben ganz unverträglich sein sollten. „Denn „nach dieser Auffassung", so behauptet er, „müsste das „Sehorgan durch das Bestehen einer farbigen Empfindung „ganz ebenso stark für Weiss ermüdet werden, wie durch „das Bestehen der weissen Empfindung. Nimmt man ein „weisses Mischlicht m und theilt dasselbe in zwei unge„fähr gleich helle Theile, so erhält man zwei farbige ein„ander complementäre Lichter μ und μ'. Nach der An„nahme von Donders müsste nun jedes dieser beiden „Partiallichter für sich allein die Netzhaut nahezu ebenso „stark („ganz ebenso stark", sagt er einige Linien früher) „für Weiss „ermüden" wie das volle Licht m. Denn bei „der farbigen Empfindung, welche durch μ und μ' erzeugt „wird, würden ja doch, ceteris paribus, ebenso viel Mole„küle verbraucht, wie bei der weissen, welche durch $\mu+\mu'$ „hervorgerufen wird, und zwar würden bei längerem Be„stehen der ersteren, infolge der spontan hinzutretenden „complementären Dissociation, die Moleküle nicht nur par„tiell, sondern zu einem grossen Theile auch total ver„braucht werden."

---

dass die Theorie von Schopenhauer mir dabei vor dem Geiste geschwebt hat. Ich hatte auch schon im Jahre 1842 das Folgende gelesen und nie vergessen: „Die Erschöpfung nach der Einwir„kung existirender Reize ist nicht absolut, sondern eine Er„schöpfung in der Form, in welcher der Sinn reagirt hat. Für „Reize anderer Art ist der Sinn nicht nur nicht abgestumpft, „sondern sogar empfänglicher, er empfindet sie lebhafter, wenn „sie von aussen geboten werden, und erzeugt sie in der Ruhe „spontan. Es giebt in jedem Sinn solche einander entgegen„gesetzte contrastirende Anschauungen. Im Auge sind sie Licht „und Dunkel, Roth und Grün und die übrigen je zwei comple„mentäre Farben." (Henle. Allgem. Anatomie. 1840, S. 736.)

Wie kann Hering vergessen, dass jedes der beiden complementären Lichter μ und μ' neben ihrer respectiven Farbenempfindung die farblose mit sich bringt. Er, der mehr als irgend jemand die Weissempfindung als selbstständige, auch in den reinsten, meist saturirten Farben überwiegende Empfindung, sogar als einzige Quelle des aus der Combination von Farbenempfindungen hervorgehenden Weiss annimmt? Und hatte er dieses nicht vergessen, wie konnte er denn behaupten, dass μ und μ' jedes für sich fast ebenso starke Ermüdung für Weiss hervorrufen müssten als das volle Licht m? Für μ und μ', jedes für sich selbst genommen, ist doch, was die Weissempfindung anbetrifft, allein der jedem zukommende Theil, sagen wir die Hälfte von m, in Rechnung zu bringen. Und wenn nun die hinzukommende Farbenempfindung relativ zu der farblosen so besonders schwach ist, wie soll dann ihr Effect in der Ermüdung für Weiss so stark zu Tage treten?

Doch es ist mehr. Hering hegt die Vorstellung, dass die Restmoleküle nothwendig „zu einem grossen Theil" oder „auch total" verbraucht werden, — „dass sie „nur noch die complementäre farbige Empfindung erzeugen „könnten". Ich habe zu einer solchen Auffassung kein Recht gegeben. Angenommen habe ich, dass die Restmoleküle die Empfindung der Complementärfarbe hervorbringen; aber das gesperrt gedruckte Wort nur stammt von Hering. Ganz bestimmt habe ich vorausgesetzt, dass die sogenannten Restmoleküle zum Theil wieder zum Aufbau der totalen dienen können, und diese Annahme gründete sich einerseits auf die zahlreichen Beweise von Synthese in den lebenden Geweben, andererseits auf die schwache Entwickelung (nach Dauer und Intensität) der Complementärfarbe in den Nachbildern, verglichen mit der Empfindung der inducirenden.

Aus allem geht hervor, wie wenig begründet Hering's Behauptung war: „Nach dieser Auffassung müsste das

„Sehorgan durch das Bestehen einer farbigen Empfindung „ganz ebenso stark für Weiss ermüdet werden, wie durch „das Bestehen der weissen Empfindung."

c) Donders sucht die Vierfarbentheorie mit der Dreifarbentheorie von Young-Helmholtz zu combiniren.

In der Einleitung zu seiner Kritik erklärte Hering einem Versuch gegenüber zu stehen, die Theorie von Young-Helmholtz mit der der Gegenfarben zu verschmelzen. Jetzt, in obenstehender Ueberschrift, ist es nicht mehr die Gegenfarbentheorie, sondern die Vierfarbentheorie.

Der Unterschied ist sehr wesentlich. Die vier Farben da Vinci's sind der Ausgangspunkt von Hering's Theorie; aber die Theorie beginnt erst, wo die Farben sich zu zwei Paaren verbinden und die Farben jedes Paares zu Antagonisten werden. Und gerade die Gegenfarben habe ich bestritten.

Aber auch die Vierfarbentheorie hatte ich nicht mit der Theorie von Young-Helmholtz zu verbinden getrachtet. Ich that einzig und allein, was schon Young gethan hatte: ich untersuchte, aus welchen Combinationen der fundamentalen alle andern Farben gebildet werden. „From three simple sensations", sagt Young, „with their „combinations, we obtain seven primitive distinctions of „colours; but the different proportions, in which they may „be combined, afford a variety of tints beyond all calcu„lation. The three simple sensations being red, green „and violet, three binary combinations are yellow, con„sisting of red and green; crimson, of red and violet, and „blue, of green and violet; and the seventh in order is „white light, composed by all three united."

Der einzige Unterschied ist, dass ich die Farben da Vinci's etwas mehr in den Vordergrund stellte, weil

ich in diesen Farben eine Homogenität erkenne, die in den andern vermisst wird. Hering indessen, indem er festhält an der Annahme, dass ich nach einer Combination der beiden Theorien strebe, behauptet, dass eine solche allein denkbar sei, wenn man, was ich gethan haben würde, die Theorie von Young-Helmholtz „auf die blosse An-„nahme dreier Nervenfasern von verschiedener specifischen „Energie einschränkt und den wesentlichsten Theil dieser „Theorie verwirft."

Ueber die drei Nervenfasern vielleicht später.*)

Was versteht aber Hering unter dem „wesentlichsten Theil"? „Dieser", sagt er, „besteht darin, dass aus der „Annahme von drei specifischen Energien sämmtliche Ge-„sichtsempfindungen abzuleiten versucht wird. Für diese „Theorie sind die drei specifischen Energien, Roth, Grün „und Violett, zugleich „drei Grundqualitäten der Empfin-„dung", nicht bloss, wie bei Donders, drei an ver-„schiedene Verbindungsfasern zwischen Auge und Hirn „gebundene physiologische Processe, welche an sich die „Empfindung noch gar nicht setzen, sondern erst durch „ihre Einwirkung auf die „centrale Substanz" die den „Empfindungen correlaten Processe hervorrufen. Die „Theorie von Young-Helmholtz unterscheidet nicht be-„sondere Processe in der Netzhaut und Opticusfasern von „besonderen Processen in einer „centralen" psycho-physi-„schen Substanz, sondern nach dieser Theorie", so heisst es, „setzt jede Erregung einer Faserart, im Gehirne angelangt, „direct die entsprechende Empfindung."

Dieser Ausspruch, wenn ich ihn recht verstehe, ist nicht zutreffend. Ich muss mit der Bemerkung beginnen, dass hinsichtlich eines wichtigen Punktes, auf den es hier besonders ankommt, Young und Helmholtz von einander abweichen. Young sucht den specifischen Cha-

*) Annal. d'Oculistique. XXXVII. p. 208 u. f. 1882.

rakter in den Nervenfasern selbst. Nach seiner Vorstellung sind die Processe verschieden in den drei Sorten von Nervenfasern, welche die drei Energien repräsentiren. Es folgt daraus aber nicht, dass mit diesen Vorgängen die entsprechenden Empfindungen in der Centralsubstanz direct gegeben sein würden. Das Sensorium ist für Young etwas anderes als die Nervenfasern. Die Ursache der complementären Nachbilder sucht er*) darin: „that the „portion of the retina, or of the sensorium that is „affected, has lost a part of its sensibility to the light of „that colour, with wich it has been impressed and is more „strongly affected by the other constituent parts of the „white light." Ein Sensorium wie es Young hier voraussetzt, scheint mir von der „Sehsinnsubstanz" Joh. Müller's nicht allzuweit entfernt. Und sollte man dies nicht anerkennen wollen, so ist der Standpunkt von Helmholtz — und dies genügt mir — ausser Zweifel. Helmholtz**) leugnet weder das Specifische in den Erregungen der Sehnervenfasern noch die Möglichkeit, dass die den drei Energien entsprechenden Erregungen an dieselben gebunden seien. Im Gegentheil scheint er viel eher dieser Annahme zuzuneigen. Doch hält er sich an Young und postulirt für die drei Erregungsvorgänge drei Faserarten, „wenn auch nur im Interesse der Darstellung". Und die Specificität der Fasern giebt er dabei auf. „Durch Young's Hypothese", sagt er, „wird es „möglich, die einfachen Vorstellungen über den Mechanis„mus der Reizung und ihre Fortleitung, die wir uns zu„nächst durch das Studium der Phaenomene an den moto„rischen Fasern gebildet haben, direct auf den Sehnerven „zu übertragen."

Unter welcher Bedingung macht die Theorie von

*) Lectures I. p. 455.

**) Physiologische Optik. S. 292.

Young dies möglich? Offenbar allein unter der Annahme, dass drei gleiche Erregungen in drei Nervenfasern, in Verband mit den peripheren Elementen, von denen sie abhängen, drei verschiedene Erregungen im Centralorgan zum Vorschein rufen, ganz in Uebereinstimmung mit der Lehre von den specifischen Energien, wie sie in der Physiologie gangbar geworden war. „Young's Hypothese", sagt denn auch Helmholtz, „ist nur eine speciellere „Durchführung des Gesetzes von den specifischen Sinnesenergien."

Doch fühlt Hering auch bald, dass er zu weit ging mit der Behauptung, dass, nach der Theorie von Young-Helmholtz, „jede Erregung einer Faserart, im Gehirn „angelangt, direct die entsprechende Empfindung setzt." Denn später fährt er fort: „Wenn man bei dieser Theorie „von einer psycho-physischen Substanz reden will, so ist „es eben eine solche, welche nur dreier verschiedener „specifischer Processe fähig ist, die sich in den verschie- „densten Verhältnissen combiniren können. Daher giebt „es auch nach dieser Theorie nur drei „einfache" Empfin- „dungen: Roth, Grün und Violett, alle übrigen „sind zu- „sammengesetzte" oder Mischempfindungen. So und nicht „anders hat alle Welt die Young-Helmholtz'sche Theorie „verstanden und so hat Helmholtz selbst sie dar- „gestellt."

Aus dem Feuer des Ausdrucks spricht eine tiefe Ueberzeugung. Und doch nehme ich keinen Anstand, aufrecht zu erhalten, dass, wo von Mischung die Rede ist, nicht die Empfindungen, sondern die Processe gemeint waren, und dass die Combination dieser, in bestimmten Fällen Processe sui generis, als den Empfindungen zu Grunde liegend, gedacht wurden.

Hering nennt es ein Paradoxon, dass im Weiss gleichzeitig Roth und Grün oder Gelb und Blau so gesehen werden sollen, wie man im Violett gleichzeitig

Roth und Blau erkennt. Würden Young und Helmholtz dies nicht ebenso paradox gefunden haben? Bei der Mischung von Farben dachten sie wohl in erster Linie an das Zusammenwirken von zweierlei Strahlen und stellten sich die davon abhängigen Processe in mehr oder weniger bestimmter Form vor. Aber zweifelsohne haben sie nicht die Verbindung der Empfindungen als solcher angenommen. Übrigens hat Hering dies früher (zur Lehre vom Lichtsinne S. 71) selbst gesagt: „Auch hat nicht jeder" (und er kann Young und Helmholtz ruhig mit zu diesen Ausnahmen rechnen), „der das Weiss als eine gemischte Empfindung bezeichnete, damit sagen wollen, dass hier wirklich Empfindungen gemischt seien, sondern nur, dass man, um die Empfindung des Weissen zu erzeugen, Licht von verschiedener Wellenlänge mischen müsse. Diese aus der gleichzeitigen Einwirkung mehrerer Strahlenarten erzeugte Empfindung kann sehr wohl als eine einfache Resultante mehrfacher physikalischer Ursachen angesehen werden."

Ich habe daher nicht, wie Hering behauptete, den wichtigsten Theil der Young-Helmholtz'schen Theorie zu verwerfen, ich brauche allein diese Theorie in ihr wahres Licht zu stellen, um Raum zu finden für die fundamentalen Farben da Vinci's.

Für die Commentare einiger Vertreter der Theorie, auf welche Hering (S. 35) hinweist, ist weder Young noch Helmholtz verantwortlich.

III. Kritik der Hering'schen Theorie.

Die Empfindungen, wie sie sich unserm Bewusstsein offenbaren, sind der Ausgangspunkt und die Grundlage sowohl der Licht- als der Farbentheorie Hering's.

Sie sind für ihn die psychische Aeusserung des in der „Sehsubstanz" wirksamen Stoffwechsels, dessen em-

pfindlichstes Reagens sie sind und beherrschen so die ganze Theorie.

Hering unterscheidet, wie wir sahen, mit Lionardo da Vinci sechs einfache Empfindungen, die er auf drei Paare zurückführt, Weiss und Schwarz, Roth und Grün, Gelb und Blau.

Zuerst wendet er sich zu der Weiss- und Schwarzempfindung. Nicht zufrieden mit der Selbstständigkeit, die der Schwarz-Empfindung allgemein zuerkannt wird, stellt er beide, Schwarz und Weiss, trotz ihres verschiedenen Ursprungs, auf gleiche Linie und schreibt beiden gleichen positiven Charakter zu. Demzufolge betrachtet er die Uebergänge von Schwarz zu Weiss, die grauen Töne der Schwarz-Weissreihe, als wahre Mischungen dieser beiden Empfindungen, als gleichstehend mit den Mischungen zweier (nicht complementärer) Farben, z. B. von Grün und Gelb.*) Wo Weiss und Schwarz sich vermischen, muss man, sagt er, den Ausdruck Intensität ganz fallen lassen, es sei denn, dass man zwei Intensitäten annehme, deren eine dem Weissen oder Hellen, die andere dem Schwarzen oder Dunkelen entspricht. Hierbei steigt Schwarz mit dem Sinken von Weiss und umgekehrt, und es ist für die Helligkeit der Mischungen kein anderer Ausdruck möglich als das Verhältniss von Weiss und Schwarz, W : S. Hering verbindet nun, wie wir wissen, die Weissempfindung mit Dissimilirung D, die Schwarzempfindung mit Assimilirung A. Folglich ist die Helligkeit $\frac{W}{S}$, auch $\frac{D}{A}$.

Natürlich können bei jedem Verhältniss die Dissimilirung und die Assimilirung stark und schwach sein. Aber die absoluten Grössen kommen nicht in Betracht. Hering's Schluss lautet: „dass die Art (Helligkeit oder

*) Zur Lehre vom Lichtsinn, S. 54.

„Dunkelheit) einer farblosen Gesichtsempfindung bestimmt „ist durch das Verhältniss, in welchem die Intensität oder „Grösse der Dissimilirung der Sehsubstanz zur Intensität „oder Grösse ihrer gleichzeitigen Assimilirung steht", d. h., dass die Helligkeit der Uebergangstöne zwischen Weiss und Schwarz ausschliesslich abhängig ist von dem Verhältniss zwischen D und A, durchaus unabhängig von den absoluten Grössen von D und A.

Diese Annahme zählt Hering zu seinen Folgesätzen (§ 28): sie ist in der That eine unvermeidliche Consequenz des ihr Vorhergehenden. Aber steht sie nicht in unversöhnlichem Streit mit der conditio sine qua non aller Psycho-Physik, der absoluten Correspondenz der psychischen und physischen Processe? Freilich nimmt Hering (§ 77) die darauf bezüglichen Annahmen Mach's nur unter Vorbehalt an: „Wenn ich davon absehe", sagt er, „dass hierbei keine Rücksicht darauf genommen ist, „dass psycho-physische Processe von sehr verschiedener „Grösse dieselbe Empfindung geben können, weil es überall „nicht auf die absolute Grösse dieser Processe, sondern „lediglich auf ihr gegenseitiges Verhältniss ankommt, so „kann ich diesen Worten Mach's vollständig beipflichten." Ich kann aber nicht umhin anzunehmen, dass dieser Vorbehalt dazu dienen musste, die Consequenz zu retten, zu denen die Analyse der Empfindungen ihn führen würde. A priori konnte doch, würde ich meinen, Niemandem einfallen, dass das Quantitative der Processe, das sich überall geltend macht, in den Empfindungen durchaus nicht zu Tage treten würde. Und ist der „Folgesatz" in Widerspruch mit dem Hauptprincip der Psychophysik, so wird er auch durch die Erfahrung Lügen gestraft. An einem hellen Tage kann das Auge stundenlang einer Empfindung ausgesetzt bleiben, welche das mittlere Grau, die Empfindung, bei der A = D, an Helligkeit weit übertrifft, — einer Empfindung daher, bei welcher nach Hering's Vorstellung

A weit hinter D zurückbleiben müsste. Kann seine Theorie dies dulden? Gross ist der Vorrath von der Dissimilirung fähigen Molekülen sicher nicht. Nirgends ist derselbe, nach bekannten Versuchen, schneller erschöpft als gerade in der centralen grauen Substanz. Erschöpfung ist daher rasch zu erwarten von D > A. Und wo sie nicht erfolgt, wo im Gegentheil die Helligkeit sich erhält, Stunden lang, da muss A = D sein, und sind beide um so lebhafter, je grösser die Helligkeit (vergl. S. 29—30).

Ist der Folgesatz nothwendig und wird er durch Theorie und Erfahrung zu Nichte gemacht, so muss ein Fehler in den Prämissen verborgen liegen.

Betrachten wir dieselben etwas näher. Das Ausgehen von einer Analyse der Empfindungen halte ich für vollkommen berechtigt. Auch die Voraussetzung, dass jede Empfindung einem bestimmten Process und jeder Process einer bestimmten Erregung entspricht, nehme ich, als ein Postulat der Psycho-Physik, unbedenklich an. Ich glaube ferner wie Hering Schwarz und Weiss und die vier einfachen Farben da Vinci's als homogene Empfindungen unterscheiden zu müssen. Mein Zweifel wird erst wach, wo Hering die Schwarzempfindung, trotz ihres verschiedenen Ursprungs, mit der Weissempfindung auf eine Linie stellt. Im Beginn von § 23 schreibt er: „Die Empfindung „des eigentlichen Schwarz entsteht wie die des Weiss unter „dem Einflusse des objectiven Lichtes; nur mit dem Unter„schiede, dass sich die weisse Empfindung unter dem „directen, die schwarze aber unter dem indirecten Einflusse „des Lichtreizes entwickelt, nämlich durch den sogenannten „simultanen oder successiven Contrast."

Dieser Unterschied ist sehr wesentlich. Positiv, als directe Folge des Lichtreizes, entsteht Weiss; Schwarz hingegen, Hering anerkennt es selbst, erst durch Contrast, und dies bedeutet, nicht weil Schwarz durch Weiss oder helle Farben erzeugt wird, sondern weil das schwache

Weiss neben dem starken Weiss unterdrückt wird (Simultancontrast), und nach dem starken Weiss die labilen Moleküle fehlen (Successivcontrast).

Das Schwarz, welches übrig bleibt, wo jede andere Empfindung erloschen ist, ist seinem Ursprung und seinem Wesen nach eine Empfindung sui generis, im Gegensatz nicht allein zu Weiss, sondern auch zu den Farbenempfindungen, im Gegensatz zu allem, was hell ist, die Negation also der Helligkeit „la privazione", wie Lionardo da Vinci l. c. p. 70 dasselbe nennt, im Gegensatz zu „il generatore", das ist dem Weiss, welches auch die Zeugung der Farben enthält. In der That erkennen wir in Roth und Gelb, in Grün und Blau etwas gemeinschaftliches: sie sind wie Varietäten eines und desselben Typus der Empfindung des Farbigen und stehen als solche nicht neben Schwarz, sondern, in Verbindung mit dem farblosen Weiss, gegenüber Schwarz, das in gewissem Sinn den Hintergrund für alle Empfindungen bildet. Deshalb kann man nicht sprechen von Mischungen von Weiss und Schwarz als analog denen gleichartiger Empfindungen, z. B. Grün und Gelb. Alles dies wird verkannt, wenn Hering von Mischungen von Weiss und Schwarz redet und sie mit denen von zwei reinen Farben vergleicht. Der Unterschied geht auch aus den Empfindungen selbst direct deutlich genug hervor. Von Schwarz bis zu Mittelgrau dürfte man sich noch vorstellen können, eine Mischung von Schwarz und Weiss zu sehen; bei zunehmender Helligkeit weicht aber die Schwarzempfindung schnell und verschwindet vollkommen, lange, bevor die höhern Helligkeitsgrade erreicht sind. Und treten in Gelb kleine Spuren Grün und umgekehrt in Grün solche von Gelb nicht sogleich charakteristisch zum Vorschein?

Mein Zweifel steigt, wenn nun weiter Hering die Weiss- und Schwarzempfindung mit Dissimilirung und Assimilirung in Verbindung bringt. A wird als Gegen-

theil von D eingeführt. Darf sie als solches gelten? Streng genommen, nein; denn die Spaltung dehnt sich viel weiter aus als bis zu denjenigen Molekülen, mit welchen in den Geweben der Aufbau beginnt, und die meisten ihrer Produkte gehen für diesen Aufbau sicher verloren. Doch, abgesehen hiervon, ist es eine principielle Frage, ob man wohl das Recht habe, Assimilation als psycho-physischen Process aufzufassen. Hering erklärt, durchaus nicht einzusehen, warum von den zwei chemischen Processen der Sehsubstanz allein der eine psycho-physische Bedeutung haben sollte, der andere nicht. A priori scheint es ihm plausibel, „beiden Arten des chemischen „Processes gleich grossen Werth für die Empfindung zu-„zuschreiben; und er nennt diese Hypothese von vorn-„herein angemessen, weil sie nicht nur den Thatsachen der „Empfindung, sondern auch den Anforderungen der allge-„meinen Physiologie genügt." Wir haben bereits gesehen, dass jene Uebereinstimmung mit „den Thatsachen der Empfindung" auf schwachen Füssen steht. Und was die Anforderungen der allgemeinen Physiologie betrifft: überall, so fern unser Wissen reicht, ist die Bildung lebender Moleküle bloss Vorbedingung für die Umsetzung, nirgends Reiz (Henle), noch directe Quelle für Lebenserscheinungen. Das Leben der Gewebe kennzeichnet sich durch Transformation der Formen des Arbeitsvermögens. Bei der Dissimilirung treten an die Stelle der in dem chemischen Arbeitsvermögen enthaltenen potentiellen Energie die verschiedenen Formen der actuellen Energie, unter denen das Leben sich offenbart. Umgekehrt kommt bei der Assimilirung potentielle Energie zu Stande, nothwendig aus bestimmten Formen der actuellen. Den psychischen Erscheinungen, die eine besondere Kategorie bilden, deren Natur vollständig im Dunkeln liegt, den Empfindungen also, können wir dabei keine directe Rolle zuschreiben. Wir können uns dieselben weder als Spannkraft noch als

Bewegung vorstellen, und sie daher nicht als äquivalent bei der Transformation der Energien unterbringen. So viel aber ist sicher, dass sie sich offenbaren, gewissermassen als Association, wo in bestimmten lebenden Substanzen die potentielle Energie in die Formen der actuellen umgesetzt wird, und in unserer Vorstellung entspricht diesem Vorgang der actuelle Charakter der psychischen Erscheinungen selbst. Und gerade deswegen sträuben wir uns, sie mit einem Vorgang in Verbindung zu bringen, bei welchem umgekehrt die actuelle Energie als potentielles chemisches Arbeitsvermögen gebunden wird. Es braucht mehr als eine Erklärung ex cathedra, um unsere Intuition auf diesem Punkt in's Wanken zu bringen.

Hering kam zu seinen Vorstellungen, indem er, allein die Empfindungen im Auge behaltend, ohne auf deren Ursprung zu achten, Schwarz und Weiss auf gleiche Linie stellte und entgegengesetzte Processe von gleicher Dignität als Grundlage beider suchte. Er behauptet, dass, während man Schwarz als Empfindung betrachtete, man doch immer unterliess, nach ihrem psycho-physischen Grund zu fragen: „Die Empfindung des Dunklen oder „Schwarzen", sagt er, „wurde in Betreff ihres physio„logischen oder psycho-physischen Correlates ganz ver„nachlässigt." Aber sollte man nicht stillschweigend vorausgesetzt haben, dass sie mit dem blossen Bestehen der specifischen lebenden Moleküle gegeben ist, und in der Bewegung der Atomgruppen und Atome dieses letztern, ohne Dissociation, ihr Correlat findet? In der That scheint mir hiermit eine Lebensform gegeben, die der eigenthümlichen Stellung von Schwarz in der Reihe der Empfindungen ganz besonders Genüge thut. Schwarz tritt hierbei in seinem eigenthümlichen Charakter auf, als Gegensatz nicht allein von Weiss, sondern von jeder Farbenempfindung. Sein Entstehen ohne den directen

Einfluss von Aussen kommender Reize stimmt damit vollkommen. Und indem auch ohne diesen Einfluss D nicht vollständig fehlt, entsteht Schwarz erst vollkommen durch Contrast mit hellerem Weiss, das, auf D fussend, in den angrenzenden Theilen D vollkommen zum Schweigen bringt. Begreiflich ist dabei auch, dass bei schneller Dissimilirung, wobei viele Moleküle verbraucht und gebildet werden, aber wenige zugleich vorhanden sind, die Schwarzempfindung gegenüber der Weissempfindung ganz wegfällt. Auch in andern Geweben ist es das Vorhandensein der specifischen Moleküle, nicht ihre Bildung, die den mehr passiven Lebenszustand, in gewissem Sinne das latente Leben, vertritt, und die Bildung dieser Moleküle hat nur insofern Bedeutung, als sie durch steten Ersatz der verbrauchten die Bedingungen für die Dissociation erhält.

Bei dieser Vorstellung vermeiden wir die Assimilirung als psycho-physischen Process, wozu sie sich mit ihrer Bindung von chemischem Arbeitsvermögen meiner Ansicht nach nicht qualificirt und bringen wir die absoluten Intensitäten der Spaltungsvorgänge wieder glücklich zu ihrem Recht.

Zu obenstehenden Betrachtungen wurden wir geführt durch einen Rückblick auf die Prämissen, zu welchen wir uns durch den „Folgesatz", der die Intensität der Empfindung von D : A abhängig macht, genöthigt sahen. Wie wenig die Prämissen, wie wenig auch die Folgerung die Probe der Kritik bestehen konnten, möge daraus ersehen werden.

Indessen Hering ist vor diesen Consequenzen nicht zurückgeschreckt. Im Gegentheil, er führt sie weiter aus. Seine Farbentheorie ist über denselben Leisten geschnitten. Zuerst gruppirt er die vier einfachen Farben zu zwei Paaren; Roth und Grün, Gelb und Blau, und nimmt sodann für

die zwei Farben von jedem Paar gleichen Ursprung an wie für Weiss und Schwarz, nämlich A und D der rothgrünen, resp. der gelbblauen Substanz. So kommen sowohl Roth und Grün als Gelb und Blau neben Weiss und Schwarz zu stehen mit vollständig analogen psycho-physischen Processen.

Dabei klingt es mehr als befremdend, dass die Farben desselben Paars sich durchaus anders zu einander verhalten, als Weiss und Schwarz.

Weiss und Schwarz lässt Hering Mischungen bilden, durch welche die unzählbaren Abstufungen von Grau zwischen dem idealen Weiss und Schwarz zu Stande kommen. Roth und Grün hingegen heben einander auf, sind Gegenfarben, die ihr gegenseitiges Bestehen an demselben Ort nicht dulden.

Ist bei gleichem Verhalten der psycho-physischen Processe solch ein cardinaler Unterschied denkbar! Meiner Ansicht nach ist mehr nicht nöthig, um die Theorie der Gegenfarben zurückzuweisen. Hering verheimlicht sich die Schwierigkeit nicht. Gelingt es ihm, sie aus dem Weg zu räumen? — „Es muss irgendwo", sagt er, „in der „Natur unseres Sehorgans begründet sein, dass das Vor„handensein einer deutlich rothen Empfindung die deutlich „grüne an derselben Stelle ausschliesst, das Vorhandensein „der blauen die gelbe und umgekehrt." Sicher besteht hierfür ein Grund und zwar in der Verschmelzung der partiellen Processe, worauf sie beruhen. Aber aus diesem Grund geht gerade hervor, dass Farbenpaare in anderer Beziehung zu einander stehen als Schwarz und Weiss. Und wird es jemanden befriedigen, wenn Hering die Argumentation umkehrt und uns versichert, dass auch Weiss und Schwarz in nichts aufgehen würden, „enthielte „das gemischte Sonnenlicht auch Strahlen, welche assi„milirend auf die schwarz-weisse Substanz wirken, könnten „Strahlen bis zur Netzhaut gelangen und wäre ihre assi-

„milirende Wirkung ebenso stark wie die dissimilirende „der wirklichen Sonnenstrahlen?" Entspricht das neutrale Grau, nach Hering's Vorstellung, denn nicht schon dem Gleichgewicht von D und A? Deutlicher kann übrigens der Verfasser den Widerstreit, der in der Gleichstellung des Verhaltens zwischen Schwarz und Weiss mit demjenigen zwischen den beiden Farben jeden Farbenpaars gelegen ist, nicht aufdecken, als wenn er die Mischungen von Schwarz und Weiss vergleicht — nicht mit denjenigen von zwei Gegenfarben, sondern — mit denen zweier befreundeter Farben, Grün und Gelb.

Oben habe ich meine Einwände auseinandergesetzt gegen Hering's Lichttheorie, in welcher Weiss und Schwarz mit D und A in Verbindung gebracht werden. Bei der Anwendung der Hypothese auf die Farbenpaare gelten dieselben, kommen aber noch andere hinzu. Schon die Empfindungen selbst sträuben sich dagegen. Wie ich bereits oben hervorhob, haben alle Farbenempfindungen unter sich etwas gemein, sprechen alle zu uns als Varietäten der Farbenempfindung im Gegensatz zu der Empfindung des Farblosen. Verbietet nicht diese Analogie in den Farbenempfindungen dieselben, zwei zu zwei, mit Processen von absolut entgegengesetzter Natur, mit D und A, in Verbindung zu bringen? So wenig verschieden ist der Charakter der zwei Farben desselben Paares, dass Hering es unentschieden lässt, welche von beiden an A und welche an D gebunden sei. Und zeugt auch das Entstehen beider unter dem directen Einfluss der Lichtwellen nicht auf das Deutlichste für die Gleichheit ihrer Natur?

Wie ist endlich zu erklären, dass die beiden Empfindungen nicht gleichzeitig zur Geltung kommen, wenn sie von D und A abhängig sind, die ja gleichzeitig nebeneinander bestehen? Oben sahen wir schon, dass Hering selbst darüber verlegen ist. Doch angenommen, dass die

Farben desselben Paares wirklich D und A entsprechen: wie wird man sich dann die gegenseitige Aufhebung denken? Hering lässt dies „dahingestellt". Von der Natur der Empfindung als rein psychischer Erscheinung wissen wir buchstäblich nichts und nichts sollte uns daher abhalten können, in abstracto anzunehmen, dass sie einander vernichten. Es wäre dann genug, sich dieser Annahme, wie einem Mysterium, in Treu und Glauben zu unterwerfen. Aber Empfindungen bestehen nicht in abstracto. Sie werden von bestimmten psycho-physischen Processen getragen, ohne welche sie nicht sind und nicht sein können, und mit diesen Processen haben wir zu rechnen.

Es entsteht daher die Frage, wie man sich die Wirkungen der zwei Arten von Lichtwellen, die nach Hering Gegenfarben hervorbringen, vorzustellen habe vorerst in der Netzhaut. Unter dem Einfluss der Ernährung entwickelt sich hier im Dunkeln ein sichtbares Zeichen der Assimilirung, in der Bildung des Sehpurpurs. Fällt darauf nun Licht in das Auge, so erfolgt Dissimilirung: der Sehpurpur wird zersetzt, die Farbe verschwindet. Und dies geschieht ausschliesslich durch Licht, nicht durch andere Reize, aber durch alles Licht (Kühne), wenn auch nicht gleich schnell und nicht auf gleiche Weise. Von einer assimilirenden Wirkung des Lichts, von welcher Wellenlänge auch, zeigt sich nichts. So stehen D und A einander gegenüber als Effecte von Licht und Finsterniss. Ist der Sehpurpur verschwunden, dann bestehen, mit gewissen Aenderungen, die Empfindungen fort, so wie wir dieselben als normale kennen. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass unter dem Einfluss der Ernährung derselbe Stoff immer noch gebildet, aber sofort wieder zersetzt wird, vielleicht bevor die Synthese der Moleküle vollkommen ist. Wie man sich nun die Wirkung des Sehpurpurs auch vorstelle, es sei, dass man mit Kühne seine Zersetzungsproducte

als Reize auf die percipirenden Elemente wirken lasse, oder mit Bernstein in dem Zersetzungsprocess selbst den Anstoss suche oder endlich den Farbstoff als optischen Sensibilitator*) betrachte für die peripherischen Elemente, die er tränkt, — einen Sensibilisator, der wenigstens im Halbdunkel und hauptsächlich in Bezug auf die mehr brechbaren Strahlen sich geltend macht — immer führt dieselbe, im Sinne Hering's, zur Annahme eines Dissimilirungsprocesses, von dessen Bestehen in den Netzhautschichten, unter dem Einfluss jeder Lichtart (Kühne und Steiner), die abgeleiteten Ströme Zeugniss geben. Es ist kein Grund vorhanden, sich in den Aussengliedern der Zapfen den Process anders zu denken, möge dabei ein mit dem Sehpurpur verwandter Stoff ins Spiel treten oder nicht.

Zwar kann durch das Licht im Allgemeinen Arbeitskraft sowohl gebunden als frei gemacht werden. Eine Anzahl Stoffe werden durch seinen Einfluss oxydirt, andere reducirt. Es kommt sogar vor, dass bei demselben Stoff rothes und gelbes Licht die Oxydation bewirkt, violettes Licht aber Reduction ins Leben ruft und dass die Wirkungen beider sich neutralisiren. **) Aber dies gilt unseres Wissens ausschliesslich für Metallverbindungen (Mangan, Eisen, Quecksilber), nicht für sogen. organische. Ueberdies ist die Synthese unter Bindung von chemischem Arbeitsvermögen nur äquivalentweise denkbar, und die Lichtmengen, die beim Sehen in Betracht kommen, sind so äusserst gering, dass eine von ihnen ausgehende assi-

*) Vergl.: Ueber Sensibilisatoren Dr. J. M. Eder. Ueber die chemischen Wirkungen des farbigen Lichtes, Wien 1879, S. 22 u. f., wo die betreffenden Thatsachen (von H. Vogel u. A.) zusammengestellt sind.

**) Vergl. Chastaing, Annal. de Chimie et de Physique. T. XI., p. 145, 1877.

milirende Wirkung im Vergleich zu der dissimilirenden zu verschwinden scheint.

Aber angenommen, es komme in der Netzhaut durch bestimmte Strahlen wirklich Assimilirung zu Stande, wie sollte dieselbe durch die Nervenfasern weiter geleitet werden? Eine Fortleitung, wie sie in den Nervenfasern stattfindet, offenbar das Fortschreiten eines physikalisch-chemischen Processes, ist nur denkbar, wo potentielle Energie in actuelle umgesetzt wird, nicht aber bei Umsetzung von actueller in potentielle Energie. Die Bewegungserscheinungen einer actuellen Energie sind es, die von Schicht zu Schicht den Anstoss geben und die Fortleitung veranlassen.

Es würde deshalb keine andere Annahme übrig bleiben, als dass für jedes Farbenpaar zwei Erregungsprocesse, beide Dissimilirungsvorgänge, in das Centralorgan gelangen. Und werden diese gleichartigen Processe dann in entgegengesetztem Sinne auf die respectiven Substanzen, oder, nach Hering, vielmehr auf ein und dieselbe Substanz einwirken? Wird hier eine von ihnen in Assimilirung umgesetzt werden, die andere aber den Charakter der Dissimilirung bewahren? Und sollen die nun entgegengesetzten Wirkungen einander wieder aufheben? Unser Vorstellungsvermögen sträubt sich, einem so verwickelten Spiel zu folgen.

Ich lege diesen Betrachtungen keinen grössern Werth bei, als sie verdienen. Aber ich glaube, dass sie hier am Platze waren, um zu zeigen, dass Hering, was immer er dagegen anführen möchte, verpflichtet gewesen wäre, zu untersuchen, in welcher Beziehung zur Wirkung der Lichtwellen seine Theorie sich denken lässt.

In Betreff der Aetherschwingungen, sagt er, muss man sich „mit der allgemeinen Annahme begnügen, dass sie schliesslich zur Empfindung führen.“ Dann aber darf

man die Arten der Empfindung auch nicht durch A und D erklären wollen.

Hering's Sehsubstanz ist ebenso unbestimmt. „Ob „diese nur im Gehirn oder zugleich im Sehnerven und in „der Netzhaut und in welchen histologischen Bestand„theilen derselben sie zu suchen ist, das Alles bleibt vor„erst dahingestellt."

Ich hatte daher wohl Recht, hervorzuheben, dass Hering nicht versuche, die unter dem Einflusse des Lichts in der Retina eintretenden Erregungsvorgänge zu erklären, noch die Netzhautreizung bis in das Gehirn zu verfolgen, ja nicht einmal das Verhältniss zwischen Licht und Empfindung festzustellen. Hering*) antwortet: „Dass ich über die Vorgänge in der Netzhaut und im „Sehnerven mich vorerst nicht in Hypothesen ergangen „habe, ist richtig. Donders bietet uns in dieser Be„ziehung auch nichts Neues." Aber ich verlangte von Hering nichts Neues: ich wünschte allein zu vernehmen, wie er sich die Einwirkung des Lichts auf die Netzhaut und die Fortleitung in den Nervenfasern vorstelle, um es möglich zu machen, dass bestimmte Strahlen als terminale Processe D, andere A erzeugen würden. Solange Hering diesen Wunsch nicht erfüllt, kann ich in seiner Theorie nichts anderes erblicken, als ein willkürliches, (aus der Analyse der Empfindungen abgeleitetes) Schema der centralen Processe. Und als Ausgangspunkt mag diese Analyse gute Dienste leisten, ihre Resultate sind nicht positiv genug, um sie ohne Prüfstein einer Theorie zu Grunde zu legen.**) Das eben hat Hering aber gethan. Beim Zurathegehen mit den Farbenempfindungen stand er vor der Thatsache, dass zwei Complementärfarben einander

*) Vergl. Kritik, S. 18.

**) Vergl. J. v. Kries, Die Gesichtsempfindungen und ihre Analyse 1882, S. 31—50.

neutralisiren. Er constatirt, dass dieselben nebeneinander auf demselben Platz nicht zur Geltung kommen können. Bis dahin sah man hierin eine Combination zu Weiss. Hering, der allein auf die Empfindungen Rücksicht nimmt, findet dies ungereimt. Die Vorstellung von der Verschmelzung der zwei Processe zu einem dritten, sui generis, wird bei Seite geschoben. So bleibt ihm allein die Annahme übrig, dass sie einander vernichten. Dies alles erscheint als Analyse der Empfindungen. Und aus dieser allein kommt Hering zu seiner roth-grünen und gelbblauen Substanz, sucht darin ein Analogon für seine „Gegenfarben" und glaubt dasselbe in gleicher Weise wie für Schwarz und Weiss in Assimilirung und Dissimilirung zu finden, obgleich, wie wir sahen (S. 51), was das gegenseitige Verhalten der Empfindungen betrifft, die Analogie selbst ihn im Stiche lässt. Eine so lange Reihe von Folgerungen kann, meine ich, einer Theorie schwerlich eine feste Grundlage sichern.

Es ist wohl überflüssig, die Studien über Lichtinduction und Contrast, die Hering seiner Theorie vorausschickt, hier zur Sprache zu bringen. Mit seiner Theorie stehen dieselben nur insofern in Verband, als jene Erscheinungen sich aus ihrem Gesichtspunkt leicht erklären lassen. Freilich: eine Theorie, die für jede Erscheinung zwei Erklärungen an die Hand giebt, aus Vermehrung von A und aus Verminderung von D oder umgekehrt, kommt nicht leicht in Verlegenheit. Aber auch meine Vorstellung, die alle Lichtempfindung durch Dissociation und Schwarz allein durch intramoleculäre Lebensbewegung ohne Dissociation erklärt, giebt in genügender Weise Rechenschaft von den Erscheinungen. Wie schon oben auseinandergesetzt wurde, hat man, um den Simultancontrast zu begreifen, einfach anzunehmen, dass Dissociation an einer Stelle dieselbe Form der Dissociation in dem angrenzenden Theile mehr

oder weniger ausschliesse, während der successive Contrast von selbst seine Erklärung findet in der totalen oder theilweisen Zersetzung der specifischen Moleküle. Zudem scheint es auch viel plausibler, dass durch Contrast eine gleichartige Dissociation in der Umgebung gehemmt werde, als dass dort A durch D, oder umgekehrt, befördert werden sollte. An welcher Stelle übrigens der Contrast psychophysisch zur Geltung komme, ist noch nicht nachgewiesen. Bei Hering bekommt man den Eindruck, als suche er schon in der Retina, vielleicht sogar in den percipirenden Elementen, den Grund der Contrasterscheinungen. Doch ist es a priori ebenso wohl möglich, dass erst im Centralorgan die Contrastwirkung zur Geltung komme, eine Vorstellung, die in einer der Localisation entsprechenden Anordnung der Formelemente hierselbst, wie sie aus Munk's Versuchen hervorzugehen scheint, ihre Berechtigung finden könnte. Es ist sogar denkbar, dass der Contrast sich erst in dieser höchsten Instanz psycho-physisch offenbart, und die Helmholtz'sche Zurückführung der Contraste auf das Urtheil, wogegen Hering so heftig zu Felde zog, würde damit zusammenfallen.

Hering's Betrachtungen über das Gewicht der Empfindungen (s. S. 24) hätte ich nur dann in Bezug auf seine Theorie zu untersuchen, wenn ich ihm auf das Gebiet der damit zusammenhängenden psycho-physischen Fragen folgen wollte. Dies aber ist nicht meine Absicht. Unter Rücksichtnahme auf die durch Fechner*) und vor Allem durch G. E. Müller**) an denselben geübte Kritik, sowie auf viele wichtige, in der letzten Zeit darauf zielende Beiträge würde ich zu ausführlich werden müssen.

---

*) In Sachen der Psychophysik, 1877; sowie Revision der Hauptpunkte der Psychophysik, 1882.

**) Zur Grundlegung der Psychophysik, 1881.

IV. Farbenblindheit.

a) Die Farbenblindheit im Verband mit der Young'schen Theorie.

Die Theorie Young's, im Jahre 1801 zum ersten Male in kurzen Zügen entworfen, wurde in den „Lectures of Natural Philosophy", die im Jahre 1807 das Licht erblickten, näher entwickelt. Hier kommt auch schon die Farbenblindheit zur Sprache. „He thinks it probable", sagt Young bei der Catalogisirung von Dalton's Abhandlung, „that the vitreous humour is of a deep blue tinge; „but this has never been observed by anatomists, and it „is much more simple to suppose the absence or paralysis „of those fibres of the retina, which are calculated to „perceive red." Man sieht, für die Rothblindheit von Helmholtz fehlt allein das Wort. Was später Herschel ausführen, was Maxwell und Helmholtz beweisen sollten, hatte Young schon eingesehen.

Das sogenannte dichromatische System der Farbenblinden bringt mit sich, dass dieselben im Spectrum einen neutralen Streifen sehen, der mit zunehmender Saturation nach beiden Seiten hin in die resp. fundamentalen Farben übergeht. Dieser Streifen liegt im Blaugrün: Grün, Gelb, Orange und Roth an der einen, Blau, Indigo und Violett an der andern Seite werden deshalb in ein und derselben Farbe gesehen. Bei der Unsicherheit, welcher Empfindung des normalen Auges die beiden entsprechen, erschien es passend, als allgemeinen Terminus für die Farben der beiden Seiten des Spectrums dieselben als warm W und kalt K zu unterscheiden. Dass nur zwei fundamentale Farben gesehen werden, wurde dadurch bewiesen, dass alle warmen Töne und alle kalten Töne durch Tempe-

rirung der mehr saturirten und durch Aenderung der Intensitäten unter sich vollständig gleich gemacht werden können, und die Mischungen beider, aus welchem Theil des Spectrums sie auch genommen werden, in bestimmtem Verhältniss immer Weiss bilden.

Viele Jahre vor den Untersuchungen von Maxwell und Helmholtz, war Seebeck schon zu dem Resultat gekommen, dass man zwei Klassen von Farbenblindheit zu unterscheiden habe, die erste mit normaler, die zweite mit verminderter Empfindlichkeit für die weniger brechbaren Strahlen. Helmholtz fand dies bestätigt, und unter der Annahme, dass bei der ersten Klasse die rothe Energie fehle, bei der zweiten die grüne Energie fehlen könne, nannte er die Erstern Rothblinde, die Letztern Grünblinde.

Später wurde noch eine dritte Form unterschieden, die dem Mangel der violetten Energie zugeschrieben und daher Violettblindheit genannt wurde. So schienen die verschiedenen Formen der Farbenblindheit in dem Mangel einer der Energien ihre Erklärung zu finden. Mit dieser Vorstellung stimmte überein, dass bei Rothblindheit die linke Seite, bei Grünblindheit die Mitte, bei Violettblindheit die violette Seite des Spectrums eine Verminderung der Lichtstärke zeigte.

Inzwischen erhoben sich gegen diese Erklärung gewichtige Einwände. Schon aus einem theoretischen Gesichtspunkt scheint der einfache Wegfall einer der Energien unannehmbar. Es stimmt nicht mit unsern genetischen Begriffen überein, dass von drei Thätigkeiten, die sich in wechselseitigem Verband als ein organisches Ganze zu entwickeln pflegen, eine zurückbleiben sollte, ohne dass dieser Defect von Einfluss wäre auf die beiden andern. *)

---

*) Vergl. die Farbensysteme l. c., p. 212.

Auf dem Gebiete der Beobachtung ging der erste Stoss gegen diese Vorstellung von Edmund Rose aus. Rose bestimmte bei einer grossen Anzahl Farbenblinder den sogenannten schwarzen Punkt der Farbentafel, der als der fehlenden Energie entsprechend angesehen wurde, und fand die Lage dieses Punktes sehr variabel. Ebensowenig wie die fehlenden konnten dann die übriggebliebenen mit bestimmten fundamentalen Farben übereinstimmen. Doch Rose irrt, wenn er auf Grund dieser Resultate die Theorie von Young für unhaltbar erklärt. Höchstens liess sich daraus folgern, dass die Erklärung der Farbenblindheit nicht im Mangel einer der fundamentalen Farben zu suchen sei.

Ein anderer Einwand ergab sich aus den Empfindungen des indirecten Sehens. Man hatte gefunden, dass im normalen Auge in einiger Entfernung von dem gelben Fleck die Rothempfindung fehlt und dass die äusserste Zone der Retina aller Farbenempfindungen baar ist, und die Erklärung hiervon gesucht im Mangel einer resp. zweier der Young'schen Energien. Fick*) machte auf das Unhaltbare einer solchen Erklärung aufmerksam. In der That würden, wo die rothe Energie fehlt, nur Empfindung von Grün und Violett mit ihren Mischungen, wo zwei fehlen, nur die der allein übrig gebliebenen Energie möglich sein, und man kann sich leicht überzeugen, dass überall Weiss und in der rothblinden Zone auch noch andere Farben als Grün und Violett zu sehen sind. Offenbar ist daher durch den Mangel bestimmter Energien der Farbensinn des indirecten Sehens nicht erklärt. Um davon nun Rechenschaft zu geben, und zwar in Uebereinstimmung mit der Young'schen Theorie, glaubte Fick von der Annahme ausgehen zu können, dass die Netzhaut in ihren

*) Verhandl. der physik.-medicin. Gesellschaft zu Würzburg. 1873. V., S. 158.

peripherischen Theilen die Elemente der drei Energien zwar auch enthielte, aber dass sie hier „etwas anders beschaffen sind," infolge dessen die „Erregung als Function der einwirkenden Strahlen" ebenfalls eine andere ist. Die gleiche Erklärung würde nach der Ansicht von Fick für die Fälle gewöhnlicher Farbenblindheit gültig sein, was von Rählmann*) noch weiter ausgeführt wurde. — Ich trage aber gegen die Annahme, von der Fick ausgeht, Bedenken. Ich kann mir nicht vorstellen, dass von zwei Processen, die sich unter gegenseitigem Einfluss entwickeln, der eine Veränderungen erfahren könne ohne den andern. Meiner Auffassung nach muss ein untrennbarer Verband bestehen zwischen dem peripherischen und dem centralen Process. Und sind die peripherischen Elemente „etwas anders beschaffen," sodass sie andere Intensitätscurven ergeben, dann können die entsprechenden centralen wohl nicht unverändert geblieben sein. Sind diese aber verändert, dann darf nicht mehr von derselben Energie gesprochen werden, dann haben wir es mit einer andern Energie, mit einer andern Empfindung, zu thun. Von dieser Vorstellung ging ich aus, als ich durch Form und Lage einer Curve ihre Energie und die entsprechende Empfindung für bestimmt hielt. Nur wo pathologische Veränderungen oder die Wirkung besonderer Agentien im Spiele sind, die vorzugsweise entweder Peripherie oder Centrum betreffen, könnte meiner Ansicht nach eine Erklärungsweise wie die Fick's in Betracht kommen, und für einen solchen Fall, nämlich für die Erscheinungen der Santoninvergiftung, hat auch Helmholtz**) schon darauf hingewiesen.

Wie übrigens bereits an anderm Orte angedeutet***)

---

*) A. v. Graefe's Archiv Bd. XXII. 1, S. 29.

**) Physiologische Optik, S. 818.

***) Ueber Farbensysteme.

wurde und hier näher auseinandergesetzt werden soll, fällt jeder Widerspruch dahin, wenn man den Farbensinn des indirecten Sehens, wie denjenigen der verschiedenen Formen von Farbenblindheit, als unvollkommene Differenzirung sowohl in der Netzhaut als im Centralorgan auffasst.

Seinerseits verwirft auch Hering*) mit der ihm eigenen Energie die Art, in welcher Fick den Farbensinn des indirecten Sehens mit der Theorie von Helmholtz zu versöhnen sucht. „Die Annahme verschiedener speci-„fischer Erregbarkeit der drei Faserarten gegenüber jeder „einzelnen Strahlenart ist ein Kernpunkt der Theorie von „Helmholtz." Fick erlaubt sich, die specifische Erregbarkeit der drei Elemente, durch welche die ganze Theorie von Helmholtz erst möglich wird, bei Farbenblindheit als nicht bestehend anzunehmen. „Eine solche Abände-„rung", sagt Hering, „könnte man fast als einen Selbst-„mord der Theorie bezeichnen." „..... Man darf eine „Theorie mit Hülfshypothesen unterstützen, wenn die-„selben die Grundlagen der Theorie nicht erschüttern; „aber man darf nicht eine Hülfshypothese machen, die „der wesentlichen Voraussetzung der ganzen Theorie wider-„spricht. Dies thut man aber, wenn man die Theorie von „Helmholtz dadurch modificirt, dass man für gewisse „Fälle die verschiedene specifische Erregbarkeit der drei „Faserarten gegenüber den einzelnen Strahlenarten leugnet, „durch deren Annahme doch die ganze Theorie erst mög-„lich wurde."

Hering's Einwand ist, wie man sieht, von dem meinigen verschieden; aber unsere Schlussfolgerungen sind gleich: Wir halten beide die Annahme Fick's für nicht zulässig. Wenn er aber die Einwände auch in Bezug auf die verschiedenen Formen der Farbenblindheit stark

---

*) Zur Erklärung der Farbenblindheit aus der Theorie der Gegenfarben. S. 18 u. ff. 1880.

betont, um sie gegen die Theorie selbst zu kehren, dann bin ich sein Gegner.

Hering beginnt (S. 15) mit der absoluten Farbenblindheit, wobei jede Farbenempfindung fehlt und allein die Empfindungen von Weiss und Schwarz mit ihren Uebergängen vorhanden sind, oder, um seine Ausdrücke zu gebrauchen, wobei die Lichtstrahlen „keinerlei farbige, sondern nur weisse Valenz haben."

Fälle, wie eine normale weisse Valenz dieselben erfordern würde, sind nach Hering's eigener Erklärung, „nicht genauer bekannt" — sagen wir ruhig: nicht bekannt*). Doch Hering beruft sich speciell auf einen durch Becker beschriebenen Fall von einseitiger Farbenblindheit, bei welchem die „weisse Valenz" wenigstens beinahe ausschliesslich und zwar für das farbenblinde Auge in gleicher Weise wie für das normale vorhanden war.

Verdient dieser Fall genügendes Zutrauen? Auf hundert Fälle von Farbenblindheit kommt kaum ein einseitiger. Fälle von absoluter Farbenblindheit bei übrigens normaler Sehschärfe sind nie beobachtet worden. Und nun soll der erste Fall dieser Art gerade auch ein einseitiger sein? — Glaube es, wer es kann!

Ueberdies liefern die Symptome Grund zum Misstrauen. Roth und Gelb werden nicht empfunden; aber Braun — d. i. Dunkelroth oder Dunkelgelb, wird auf allerlei Stoffen und Papieren, in Wasser- und Oelfarben als solches erkannt. Und bei der Untersuchung mit doppeltem Schatten sowohl mit Blau und Gelb als mit Roth und Grün heissen alle Schatten rein Grün, obwohl sonst kein Grün erkannt wird. Es könnte uns beinahe zur Verzweiflung bringen, wenn ein solcher Fall möglich wäre. Dass er bei einer Frau vorkommt, während Frauen höchst

---

*) Vergl.: Nog eens de kleurstelsels in onderz. physiol. labor. D. VIII bl. 95.

selten, vielleicht niemals, die normale Farbenblindheit zeigen, würde den Fall noch sonderbarer erscheinen lassen, wenn man nicht wüsste, dass man auch bei ihnen, und in erster Linie bei intelligenten jungen Damen, vor Täuschung ganz besonders auf seiner Hut sein muss.

Mein hochgeschätzter Freund Becker wird es mir nicht übel nehmen, dass ich trotz seiner meisterhaften Beschreibung und trotz der Vorsichtsmassregeln, die Betrug auszuschliessen scheinen, von meinem Skepticismus nicht abstehen kann: nicht dass ich seinem Fall eine bestimmte Störung des Farbensinns absprechen wollte — ich glaube nur, dass, was ich so oft gesehen habe, Wahres und Unwahres, bewusst und unbewusst, miteinander vermengt sind. Hering ruft beinahe triumphirend aus: „Selten haben die Thatsachen in so handgreiflichem Widerspruch zu einer Theorie (er meint die Theorie Young's) gestanden wie hier." Er irrt sich. Nicht die Theorie, allein die Erklärung der Farbenblindheit aus dem Mangel von Energien würde, sollten jene „Thatsachen" Vertrauen verdienen, darunter leiden. Und nun sie kein Vertrauen verdienen? — Meine Schlussfolgerung ist, dass von Seiten der absoluten Farbenblindheit die Young'sche Theorie nichts zu fürchten hat.

Sehen wir zu, was das dichromatische System gegen sie vermag.

Hering hat jetzt Fälle „beider Klassen", sogenannte Roth- und Grünblinde, wenn auch nicht mit Spectralfarben, untersucht und findet bestätigt, dass dieselben ein rein dichromatisches System besitzen, was ihn vom Standpunkt seiner Theorie zu dem Schlusse führt, dass sie Gelb und Blau als einfache Farben sehen. Ich glaube, dass er nicht weiter hätte gehen sollen als bis zu der Annahme, dass ihre Empfindungen complementär seien, mit andern Worten, dass, wie ich schon lange angenommen habe, ihre beiden Farben in bestimmtem Verhältniss eine neutrale Empfindung

hervorrufen, die unserm Weiss gleich oder vergleichbar ist. In dem neutralen Streifen N des Spectrums, zwischen b und F, wo die kalten und warmen Empfindungen sich im Gleichgewicht befinden, in dieser „ganz bestimmten Grenze „zwischen beiden Spectralhälften, wo nach Angabe der „Farbenblinden die Farbe vollständig ihren Charakter „ändert," sucht Hering ganz richtig den Beweis hierfür. Ich kann hinzufügen, dass gerade bei der Bestimmung von N der wahrscheinliche Fehler äusserst klein ist*), viel kleiner als seitlich von N, wo resp. in W und K die Saturation steigt: für die grosse Empfindlichkeit sollte wohl in dem Kehrpunkt von W und K der geringste Grund liegen, wenn man es hier nicht mit einer neutralen, sondern mit einer Mischung von zwei Empfindungen zu thun hätte. Auch sind intelligente Farbenblinde über den Unterschied zwischen farbig und farblos vollkommen im Reinen. Sie wissen, dass man durch Mischung von einer warmen Farbe mit einer kalten z. B. Roth mit etwas Blau oder umgekehrt nicht eine Mischung dieser beiden Farben zu sehen bekommt, sondern dass resp. W und K abblassen, bis sie bei einem gewissen Verhältniss dem Farblosen weichen, worin keines von beiden zu sehen ist. Im Weiss, so drückte sich einer meiner Farbenblinden aus, sehen wir beide Farben untergehen. Die Schilderung stimmt vollkommen überein mit dem, was normale Augen bei der Mischung von zwei Complementärfarben wahrnehmen, und ist durchaus verschieden von der Vermischung von Roth und Blau.

Dieses Resultat ist äusserst wichtig. Unter den fundamentalen Farben Young's kommen keine vor, die unter sich complementär sind. Hering erkannte denn auch mit Fick an, dass die Erklärung der Farbenblindheit aus dem

*) Vergl.: v. d. Weyde l. c. p. 15 und A. König, Verh. d. physik. Ges. in Berlin, 2. März. 1883.

Mangel einer Energie, von Roth oder Grün, mit sich bringen würde, dass die Farbenblinden anstatt Weiss eine Farbenmischung sähen. Und für Hering* lag hierin eine starke Waffe gegen die Theorie selbst. Dem trat ich entgegen. „Niemand," behauptete ich, „kann glauben, dass für Grünblinde Weiss purpurfarben sei, gleich der Farbe, die für das normale Auge aus Roth und Violett gebildet wird, und niemand hat dies je geglaubt. Hering replicirt: „Wahrlich eine überraschende Bemer„kung, da es allen anderen Ophthalmologen und Physio„logen bekannt ist, dass kein Geringerer als Helmholtz „selbst es geglaubt hat und mit ihm Alle, die seiner Lehre „folgten."

Habe ich zu kühn gesprochen?

William Pole, der uns schon im Jahre 1856 eine klassische Beschreibung seiner eigenen Farbenblindheit gab, völlig bekannt mit der Theorie von Young und mit der Hypothese von Maxwell, ist im Zweifel. Herschel erklärt sich „strongly disposed to believe, that William Pole," von dessen Untersuchungen er in den Proceedings der Royal Society eine kritische Analyse gab, das Weiss ebenso sehe wie wir. Bei Maxwell fand ich einen Passus, aus dem hervorgeht, dass er die neutrale Linie nicht als eine Farbenmischung betrachtet, was schon das von ihm gebrauchte Wort „neutral" andeutet. Holmgren, der entschlossene Vertreter der Young'schen Theorie, untersuchte einen einseitig Farbenblinden, und unterliess sogar anzugeben, dass das farbenblinde Auge Weiss ebenso wahrnehme wie das andere, offenbar allein, weil er in Folge seines Verkehrs mit Farbenblinden Zweifel darüber für unmöglich hielt. Fick findet es nöthig, die rothe und grüne Energie bei den Farbenblinden zusammenfallen zu lassen, weil er nicht annehmen kann, dass sie die neutrale Linie farbig sehen. Endlich glauben es die Farbenblinden selbst nicht.

Und Helmholtz? ..... Ich anerkenne, dass er die Erscheinungen streng darstellt, so wie es die Hypothese erfordern würde, ohne irgendwelchen Vorbehalt*). Aber er beginnt bedingungsweise: „Daraus würde folgen, dass „die Rothblinden nur Grün, Violett und ihre Mischung, „das Blau, empfinden. Das spectrale Roth müsste ihnen „danach als gesättigtes lichtschwaches Grün erscheinen." Und dieser Anfang wirft einen gewissen Zweifel über die ganze Beschreibung. Ueberdies sagt Helmholtz von den peripheren Theilen der Retina, in denen Sonnenlicht ebenso gut die Empfindung von Weiss erzeugt als im Centrum (S. 301): ‚Sie (die Netzhaut) nähert sich dort einigermassen dem Zustand der Rothblindheit", und Schelske**), der unter der Leitung von Helmholtz arbeitete, findet hier eine „rothblinde Zone."

Wie dem sei, es lag in der That nahe, den Effect des gewöhnlichen Sonnenlichtes, sowohl in dem Zwei- als in dem Dreifarbensysteme, auf eine neutrale Empfindung zurückzuführen, und die beiden fundamentalen Farben, als partielle, in eine totale aufgehen zu lassen. Und beinahe unbewusst, trotz den Anforderungen der Hypothese, hatte die Vorstellung Eingang gefunden.

Dies möge meine Behauptung erklären und soviel nöthig entschuldigen. Uebrigens, unabhängig davon, hatte ich Recht zu sagen und wiederhole es: „Was Hering „vom Standpunkt der Farbenempfindungen aus gegen die „Theorie von Young einwendet, trifft nicht zu. Und was „darin noch etwa richtig wäre, trifft keineswegs die Theorie, „sondern nur die Hypothese, dass die zwei gebliebenen „Energien zweien des normalen Systems gleich sein sollten, „eine Hypothese, die ich immer streng von der Theorie „selbst getrennt hielt." Sie wurde von Young aufgestellt,

---

*) Handbuch der physiologischen Optik. S. 298.

** Archiv f. Ophth. Bd. IX. 3. S. 39.

bevor die durch Dalton beschriebene Anomalie bekannt wurde; und ist der erste Versuch, diese zu erklären, missglückt, so liegt zunächst kein Grund vor, die Theorie aufzugeben, sondern nur — sich nach einer andern Erklärung der Farbenblindheit umzusehen.

b) Die Farbenblindheit im Verband mit der Hering'schen Theorie.

Bei der Entwickelung seiner Theorie wies Hering auch gleich auf ihren Verband mit der Farbenblindheit. „Was „man jetzt einen Rothblinden nennt", so spricht er sich aus, „ist vielmehr ein Roth-Grünblinder, das heisst, es fehlt „ihm die roth-grüne Sehsubstanz. Dem entsprechend sieht „er farblos, was Anderen in einer der beiden Grundfarben „roth oder grün erscheint; in allen Roth oder Grün ent„haltenden Mischfarben aber sieht er nur das Gelb oder „Blau. In seinem Sonnenspectrum liegen nur zwei Partial„spectren; das schwarz-weisse und das gelb-blaue. Die „Stelle des Grün erscheint ihm farblos und theilt sein „Spectrum in eine gelbe und eine blaue Hälfte."

Allerdings ein Ausspruch, wie die Theorie der Gegenfarben ihn erheischt. Geht er ebenso bedachtsam mit den Thatsachen zu Rathe?

In erster Linie wird die Unterscheidung von Roth- und Grünblinden aufgehoben. Sie sind einander gleich; denn — wer rothblind ist, soll auch grünblind sein, nach den Anforderungen der Theorie, die für die beiden Farben nur eine Substanz kennt, die roth-grüne.

In zweiter Linie wird behauptet, dass der Farbenblinde farblos sehe, was anderen roth und grün erscheint. Dies ist thatsächlich nicht der Fall. Beide sieht er in derselben warmen Farbe, wie alle Farben — Roth, Orange, Gelb und Grün, die im Spectrum an derselben Seite von der neutralen Linie N gelegen sind. Weiss er helles Gelb zu unterscheiden, so ist der Grund einfach der, dass die warme

Farbe darin soviel Helligkeit mit soviel Sättigung vereinigt, wie keine der übrigen Farben erreichen kann. Grün kann wohl sehr hell sein, ist aber dann blass, Roth kann sehr gesättigt sein (und sich dadurch sogar charakterisiren), ist dann aber lichtschwach. Gelb braucht dann auch nur weniger saturirt oder weniger lichtstark zu sein, um Verwechselungen mit bestimmten Nuancen resp. von Roth und Grün zu veranlassen. Nichts ist leichter, als sich nach der Methode von Holmgren oder mit dem Doppelspectroscop hiervon zu überzeugen.

Wenn Hering weiter sagt, dass im Sonnenspectrum das Grün für den Farbenblinden farblos sei, und sein Spectrum in eine gelbe und blaue Hälfte theile, dann ist die erste Behauptung nicht richtig, denn nicht im Grün, sondern im Blaugrün liegt der neutrale farblose Streifen; und die zweite nicht bewiesen, denn es ist die Frage, ob der Farbenblinde die warme und kalte Farbe wirklich Gelb und Blau, und sehr zweifelhaft, ob Roth- und Grünblinde sie gleich sehen.

Hieraus dürfte sich ergeben haben, wie wenig Hering sich mit den Empfindungen der Farbenblinden bekannt gemacht hatte, als er schrieb, „die Widersprüche, in die „man sich, wie die neue Literatur über diesen Gegenstand „zur Genüge zeigt, immer wieder verwickelt, so oft man „die Farbenblindheit aus der Young'schen Theorie er„klären will, lösen sich, so viel ich bis jetzt sehe, leicht „bei der Erklärung aus meiner Theorie, wie ich später „selbst zu zeigen gedenke."

Hering's Schema ist höchst einfach: die roth-grüne Substanz fehlt und, mit der schwarz-weissen, bleibt daher allein die gelb-blaue über. So würde, umgekehrt, die Violettblindheit aus dem Mangel der gelb-blauen Substanz zu erklären sein und Blaugelb-Blindheit heissen müssen. Und als Seitenstück hätte man, wie Fleischl bemerkt, bei Mangel der schwarz-weissen Substanz noch Schwarz-

weiss-Blinde zu erwarten, wovon jedoch bis jetzt nichts verlautet hat.

Das Schema sagt also aus, dass dem Mangel der roth-grünen Substanz, d. h. dem Ueberbleiben der schwarz-weissen und der gelb-blauen nur eine bestimmte Form, ein Typus der Farbenblindheit entspricht. Roth- und Grünblindheit werden demnach eins. Mit dem Beweis, dass sie zwei Typen sind, wird das Hering'sche Schema ungenügend. Diese Frage möge daher noch einmal beleuchtet werden.

Die Unterscheidung verdanken wir, wie man weiss, Seebeck. Preyer*) nenne ich gern als Denjenigen, der beide Formen genau bestimmte und Fälle von Grünblindheit sorgfältig beschrieb. Holmgren fand dieselben bei seiner Sortirmethode wieder, bewies auch mit seinem Chromatoskiameter, dass in der ersten Klasse die Empfindlichkeit für rotherzeugendes, in der zweiten Klasse für grünerzeugendes Licht herabgesetzt ist, und dass die beiden Formen nicht in einander übergehen. Zu gleichem Resultat kamen Macé und Nicati. Hier bestätigten wir Holmgren's Resultat mit seiner Sortirmethode, mit der Drehscheibe, ferner mit der Einrichtung für die gefärbten Schatten von Becker, mit dem Colorimeter von Rose, endlich mit dem Doppelspectroscop. Jede dieser Methoden lieferte endgültige Beweise; aber den schlagendsten finden wir in den aus den Beobachtungen mit dem Doppelspectroscop abgeleiteten Curven der entsprechenden Lichtstärken.

Bevor ich meine Curven veröffentlichte, hatten v. Kries und Küster**) schon Vergleichungen angestellt zwischen einem Grünblau, nicht fern von dem neutralen gelegen

---

*) Pflüger's Archiv Bd. I., S. 299.

**) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1879. Physiol. Abth. S. 513. Vergl. auch v. Kries, Die Gesichtsempfindungen und ihre Analyse, S. 145.

($\lambda = 0{,}5015$) und einer Mischung von Roth (C) und Indigo (F 1/2 G), aus welchen gleichfalls neutral zu erhalten ist, und reducirten dieselben auf 100 Roth. Die Resultate waren solcher Art, dass sie sich berechtigt hielten, die Fälle auf zwei Gruppen zurückzubringen, entsprechend den Roth- und Grünblinden. Dass dieselben nicht schärfer getrennt waren, kann weniger befremden, seit wir wissen, wie grossen Einfluss die Lichtstärke auf diese Vergleichungen ausübt, und wie störend beim Gebrauch von Tageslicht, abgesehen von der Inconstanz in der Zusammensetzung, sich jener Einfluss zu verschiedenen Zeiten geltend machen musste.

Viel schärfer charakterisiren sich die beiden Gruppen bei Bestimmung (mittelst Doppelspectroscop) der relativen Lichtstärke in dem weniger brechbaren Theil des Spectrums, von D bis B und a, wie ich an vielen Fällen gezeigt habe.*)

Unbestreitbar liegt in den erhaltenen Curven die Berechtigung der Unterscheidung von zwei Klassen, der sogenannten Roth- und Grünblinden. Ging ich bei den Vergleichungen anstatt von D von E aus, dann sank die Intensitätskurve für Rothblinde, im Vergleich mit der der Grünblinden, nach der Rothseite hin noch beträchtlich schneller.

Diesen Resultaten schliessen sich die später für das ganze Spectrum erhaltenen Curven der beiden Energien bei einer Anzahl Farbenblinder an, von welchen v. d. Weyde**)

*) Ueber Farbensysteme, Archiv Bd. XXVII. 1, S. 115. Die Curven Rb und Gb von Fig. 2 sind von v. Kries (l. c. p. 147) irrthümlich aufgefasst als erhalten von einem einzelnen Rothblinden und Grünblinden: sie sind Mittlere von vielen Fällen, die wenig auseinandergingen, Rb von 8 Rothblinden, Ht von 5 Grünblinden. Von zwei einzelnen Fällen gab Dr. van der Weyde (Methodisch onderzoek der kleurstelsels van kleurblinden. 1882. p. 7) die Curven.

**) v. Graefe's Archiv. Bd. XXVIII, 2. Abth. S. 11 u. 13.

zwei veröffentlichte, die er auf das Interferenzspectrum und auf gleiche Areas für die beiden Energien reducirt hatte, mit den Spaltweiten umgekehrt proportionalen Ordinaten. Sie lehren überdies, dass bei dem Grünblinden das Maximum und auch die neutrale N (der Kreuzungspunkt der Curven der beiden Energien) etwas mehr nach links verschoben ist, als bei dem Rothblinden, dessen Intensität von D $^1/_2$ E bis F $^1/_2$ G grösser ist als bei dem Grünblinden.

Ich glaube hiermit genug gethan zu haben, um Roth- und Grünblindheit als zwei verschiedene Typen zu vindiciren (vergl. Weitere Untersuchungen a. S. 74).

Mit diesem Resultate ist das Hering'sche Schema, wie wir sahen, unvereinbar.

Später, wo er auf die Farbenblindheit zurückkommt*), behält Hering sich vor, die Verhältnisse des farblosen Sonnenspectrums (das der weiss-schwarzen Substanz) ausführlich zu erörtern und weist darauf, „dass „die weisse Valenz der Strahlen grösster Wellenlänge schon „für den Farbentüchtigen klein ist", als ob von dieser Seite Hilfe auftauchen könnte. Doch ist es nicht die Frage, ob die weisse Valenz gross oder klein sei, sondern wie man aus dem Mangel von Hering's rothgrüner Substanz erklären soll, dass die Valenzen einmal (bei den Grünblinden) gross, im anderen Mal (bei den Rothblinden) klein sind, und wie die kleine in Uebereinstimmung zu bringen sei mit der offenbar normalen weissen Valenz im übrigen Spectrum: eine Verschiebuug darf Hering ebenso wenig für die Curve seiner schwarz-weissen Substanz als für die der fundamentalen Farben von Young, woran Fick sich wagte, zulassen.

Und nun endlich, in seiner Kritik meiner Abhandlung (1882) scheint er auf jede Erklärung zu verzichten und

*) Zur Erklärung der Farbenblindheit. Prag 1880. S. 25.

giebt sich der Vorstellung hin, „dass es sich bei der Roth-„und Grünblindheit nur um individuelle Verschiedenheiten „handelt, die mit der eigentlichen Farbentheorie nicht mehr „zu thun haben, als die individuellen Verschiedenheiten der „Schwerhörigkeit mit der Theorie der Tonempfindungen." Sollte Hering wirklich der Meinung sein, dass die typischen regelmässig und harmonisch ausgebildeten einfachen Farbensysteme, die sich wie Vorstufen des verwickelteren normalen Systems ausnehmen, zu diesem in keiner andern Beziehung stehen als Schwerhörigkeit zu normalem Gehörsinn? — Ich kann es nicht glauben. Sagt er aber weiter: „Es stände „schlecht um die Theorie der Gegenfarben, wenn sie ohne „die Stütze, die sie in der pathologischen Farbenblindheit „gefunden hat, nicht bestehen könnte", so darf ich darin wohl das Geständniss erblicken, dass seine Theorie von Seiten der Farbenblindheit keine Stütze zu erwarten hat.

V. Weitere Untersuchungen.

Nach meinen früheren Mittheilungen habe ich meine Untersuchungen über Farbensysteme weiter fortgesetzt und erlaube mir die Resultate derselben hier in Kürze folgen zu lassen.

a) In Bezug auf Rothblindheit und Grünblindheit.

Bei meinen früheren Vergleichungen war der eine Uebelstand geblieben, dass sie nicht alle bei der nämlichen Beleuchtung geschehen konnten. Zusammensetzung und Stärke des Lichtes haben Einfluss auf die Gleichungen, und Gleichungen, bei verschiedenem Lichte erhalten, sind darum nicht mit einander vergleichbar.

Seit einiger Zeit nun habe ich eine Lichtquelle hergestellt, die der Forderung constanter Stärke ausreichend Genüge thut. Ich benutze eine starke mit constanter Höhe brennende Gasflamme (Brenner von Sugg), von

welcher Spitze und Basis durch ein Diaphragma abgeschnitten sind, so dass ausschliesslich das Licht der mittleren Partie, in der Höhe von 2 cm, auf das nahe befindliche mattgeschliffene farblose Glas gelangen kann, welches die directe Lichtquelle für den Spaltapparat abgiebt. Dieser letztere, früher beschrieben durch Dr. v. d. Weyde*), besitzt drei Spalten, zwei gepaarte neben einander, und einen einfachen, unmittelbar unter jenem Paare, in horizontaler Richtung verschieblich. Bei Vergleichungen von Mischungen mit einer einfachen Farbe, wird diese letzte durch den einfachen Spalt, die Componenten der Mischung durch die gepaarten Spalte geliefert.

Unmittelbar vor der Sammellinse sind Zwillingsprismen angebracht**), wodurch die drei Spalten sechs Spectra liefern, von denen drei abgeschnitten werden und drei in den Ocularspalt fallen: eins einzelstehend und die beiden eines gekoppelten Paares, und zwar unter einigermassen verschiedener Richtung. Das Auge, unmittelbar (ohne Ocular) vor den Spalt gehalten (Methode von Maxwell), sieht nun die Sammellinse erleuchtet, die untere Hälfte in der Farbe des Einzelspectrums, die obere in denen der Mischung, beide nur geschieden durch eine schmale schwarze Linie, die Verbindungslinie der Zwillingsprismen.

Hat man nur die Intensitäten von zweierlei Wellenlängen zu vergleichen, sei es der nämlichen aus zweierlei Lichtquellen, sei es von verschiedenen aus einer und derselben Lichtquelle, dann deckt man einen Spalt des Paares zu. Auf diese Weise sind nun bei einer grossen Anzahl Rothblinder und Grünblinder die relativen Intensitäten der verschiedenen Wellenlängen, vor Allem von denen der warmen Farbe untersucht. Von dem Resultat

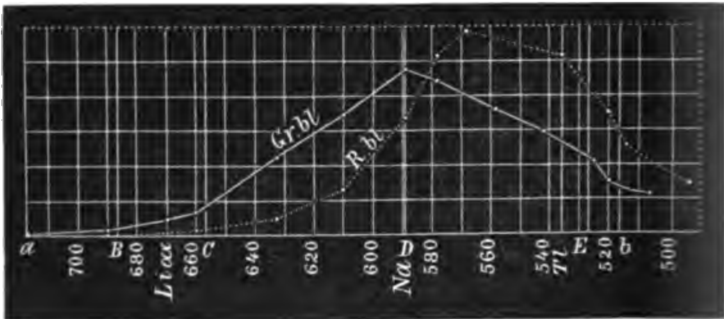
---

*) Dieses Archiv XXVIII. 2. S. 2.

**) S. v. Kries u. Frey. Archiv f. Physiologie. 1880. Vergl. v. d. Weyde l. c. S. 26. 1881. S. 336.

gebe ich hier nur zwei Curven: Rbl., einem Rothblinden, und Grbl., einem Grünblinden angehörig, — die Ordinaten umgekehrt proportional den Spaltweiten, bei denen gleiche Intensität erhalten ward, ausserdem der Abscisse entsprechend zurückgeführt auf das Interferenzspectrum und auf gleiche Flächenräume übertragen.

Fig. 1.



Mit diesen Curven nun stimmen die von anderen Rothblinden und anderen Grünblinden beinahe vollkommen überein.*) Und selbst bei Personen, welche wenig geübt sind, ist bei der homochromatischen Vergleichung, womit wir hier zu thun haben, der wahrscheinliche Fehler gering. Früher habe ich einzelne Fälle gefunden, wobei die Curven ungefähr die Mitte hielten zwischen denen der Roth- und Grünblinden, und ich habe auch keinen Anlass, die Richtigkeit dieser Beobachtung, wenn auch nach weniger vollkommenen Methoden angestellt, in Zweifel zu ziehen. Diesmal ist jedoch auf 8 Rothblinde und 10 Grünblinde kein Fall vorgekommen, der als Uebergangsform gelten

*) Mein Vorhaben ist sie später, in Verbindung mit anderen Vergleichungen, ausführlich zu veröffentlichen.

könnte. Uebergangsformen sind also jedenfalls höchst selten. In der That sind die Systeme der Roth- und der Grünblinden ebenso typisch als das des normalen Auges.

Während ich in der letzten Zeit vergebens nach einem Anschluss zwischen Roth- und Grünblindheit suche, und die Typen sich schärfer und schärfer charakterisiren, fahren Viele fort, nach dem Beispiele von Hering, in Uebereinstimmung mit dessen Theorie von Roth-Grünblinden zu sprechen. Sollte es nicht wünschenswerth sein, dass dieser Widerspruch aufhöre?

b) Uebergangsformen vom System der Grünblinden zum normalen.

Das System der Rothblinden fand ich in allen Fällen entschieden zweifarbig. Nur von dem der Grünblinden giebt es, wie früher von mir gefunden worden, Uebergangsformen zum normalen.

Die neue Untersuchung ging aus von Vergleichungen des Lord Rayleigh.*) Rayleigh hat beobachtet, dass, um aus Roth und Grün Gelb zu bilden, das erforderliche Verhältniss zwischen Roth und Grün bei verschiedenen Personen sehr auseinander geht. Eine Mischung, welche für die grosse Mehrheit Gelb gab, war für Andere entschieden roth. Farbenblindheit war, nach seiner Meinung, dabei nicht im Spiel. Es sollten vielmehr zwei Typen von normalem Farbensinn sein. Unter Mitwirkung von Dr. Waelchli, Dr. Sulzer und Dr. Burnham wiederholte ich die Vergleichungen in grösserem Maasstabe, dabei scharf bestimmte Spectralfarben anwendend und zwar das Roth Li der Lithiumlinie und das Grün Tl der Thalliumlinie als Componenten, das Gelb Na der Natriumlinie D als einfache Vergleichungsfarbe.

Das Resultat war, dass weitaus die Meisten zu einer und derselben Kategorie gehörten, wobei im Mittel Li 72.6

*) Nature 1881. p. 64.

+ Tl 27.4 = Na x. Aber einige Wenige kamen vor, welche eine zweite Kategorie darstellten mit im Mittel Li 45 + Tl 55 = Na x'. Diese indessen zeigten sich mit schwachem Farbensinn ausgestattet, der nur bei einem Einzelnen kaum zu constatiren war. Wirklich Farbenblinde konnten die Gleichung nicht einstellen: die Componenten und die Vergleichsfarbe gehören sämmtlich ihrer warmen Energie an, und die blossen Unterschiede der Sättigung liessen auch die besten Beobachter (wie Dr. v. d. Weyde) im Stich. — In Fällen schwachen Farbensinns näherten sich die Intensitätsgleichungen allen denen der Grünblinden.

Auffallend genug, fehlen die Uebergangsformen zwischen dem normalen und dem schwachen Farbensinn: für Tl : Li war das Maximum bei normalem Farbensinn 1 : 2, bei schwachem das Minimum 1 : 1.05, wozwischen eine grosse Lücke bleibt.*)

Wir haben also als Typen zu unterscheiden:

1. Rothblindheit,
2. Grünblindheit,
3. schwachen Farbensinn,
4. normalen Farbensinn;

und finden nur zwischen 3 und 4 eine gewisse Zahl von Uebergängen, während dieselben zwischen 1 und 2 und auch zwischen 2 und 3, wenn nicht gänzlich fehlen, doch höchst selten sind. Uebergänge von 1 zu 3 und 1 zu 4 habe ich durchaus keine gefunden.

Nicht nur von Na, sondern von allen zwischen Li und Tl gelegenen Farben, wurden Gleichungen angestellt, mit Gemischen von Li und Tl, sowohl bei schwachem als bei normalem Farbensinn, wobei sehr regelmässige Curven gewonnen wurden: es ergiebt sich, dass die

*) Es kommen ausnahmsweise Fälle schwachen Farbensinns vor, wobei das Verhältniss Tl : Li das normale ist. Diese sind noch näher zu untersuchen.

Gleichungen mit Na massgebend sind für alle zwischen Li und Tl gelegenen Farben.

Bei den hier besprochenen Gleichungen wurden jedes Mal die Intensitäten der Mischung aufgezeichnet und mit denen der beiden Componenten verglichen, wie sie durch Vergleichung mit der Farbe der Mischung erhalten wurden.

Im Gegensatze nun zu dem Satze von Grassmann*), zu den Resultaten von Weinhold**), für Mischungen von Roth und Grün, zu denen von Donders und Waelchli***), für das aus Gelb und Violett zusammengesetzte Weiss, und von Bruecke†) für Roth und Blau hat sich hierbei ergeben, dass die Intensitäten von Gemischen aus Li und Tl bei verschiedenen Lichtstärken, namentlich in der Gleichung

$$q \text{ Li} + q' \text{ Tl} = Q \text{ Na}$$

viel geringer sind als die Summe der Intensitäten der Componenten.††) Für die Mischungen von Gelb (D) und von Blaugrün (λ 0.503) hat sich ähnliches ergeben. Diese und weitere Vergleichungen zwischen Gemischen zweier Spectralfarben und den dazwischen gelegenen einzelnen sollen anderswo mitgetheilt werden.†††)

c) Achromatopsie und Violettblindheit.

Wie aus dem Zweifarbensystem das normale geworden ist, so stellen wir uns vor, sei das Zweifarbensystem aus

---

*) Pogg. Annalen. LXXX. S. 92.

**) Ebend. N. F. II. 1877, S. 640.

***) Sectie-vergad. Utrechtsch genootschap 1880, und British med. Journ., 1880 p. 267 (Meeting of the med. assoc. Cambridge).

†) Ueber einige Consequenzen der Young-Helmholtz'schen Theorie. 1879, S. 16.

††) Proces. verb. der K. Akadem. van Wetenschappen. 1883. October en December.

†††) Onderz. physiol. Laborat. der Utrechtsche Hoogeschool. B. VIII en IX.

der Achromatopsie heraus entwickelt, — der Lichtsinn sei dem Farbensinn vorausgegangen.*)

Kommt nun der Lichtsinn ohne Farbensinn beim heutigen Menschen noch vor? Soweit ich dem nachzuforschen vermochte, nicht als Entwickelungsphase, sondern nur als pathologischer Zustand. Ich beschrieb früher einen Fall und untersuchte später die Intensitäten als Function der Wellenlängen: das Maximum lag bei λ 0.524 mit geringer Einschränkung an beiden Seiten. Die Erscheinungen waren:

a) Vollkommener Mangel des Farbensinns; alle farbigen Gläser, vor das Auge gehalten, wirkten wie graue: sie mässigten das Licht.

b) Herabgesetzte Sehschärfe $= \frac{4}{24}$ auf dem linken, $= \frac{6}{60}$ auf dem rechten Auge.

c) Lichtscheu. Starkes Licht, zumal Tageslicht blendete; nur bei gemässigtem Lichte wurde gut und andauernd gesehen.

d) Torpor. Nach Adaptation ist zwei- oder dreimal mehr Licht nöthig, um einen Helligkeitseindruck hervorzurufen oder die Figuren in dem Kästchen von Förster zu unterscheiden: dies erklärt die relative Beschränkung des Gesichtsfeldes auf beiden Seiten.

Der Fall hat sich als typisch herausgestellt. Ich selbst sah einen zweiten der Art und übereinstimmende Fälle sind beschrieben durch Edmund Rose**) (sogen. lineäre Daltonisten), von Raehlmann***), Magnus†),

---

*) Vergl. Allan Grant. The Colour sense. Its origin and development. London 1879.

**) Archiv für Ophthalmologie Bd. XII. 2, S. 98.

***) v. Graefe's Archiv Bd. XXII. 1, S. 47.

†) Centralblatt für praktische Augenheilkunde. 1880. S. 373.

Galezowsky *), Landolt **), Brailey ***) (aus der Praxis von Bowman) und von Nettleship †) (23 Fälle in 7 Familien). Alle diese Fälle (freilich bleiben einige Punkte zuweilen unerwähnt) gehören offenbar zu dem nämlichen Typus. Die Kennzeichen sind: absoluter Mangel des Farbensinns, einigermassen beschränktes Spectrum mit grösster Helligkeit nahezu in der Mitte; verminderte Gesichtsschärfe und grosse Empfindlichkeit für Tageslicht (nicht für künstliches Licht), vereint mit einem leichten Grad von Torpor, nach Adaptation im Dunkeln. Diese Merkmale weisen bereits genügend auf einen pathologischen Ursprung. Und sehr oft findet man überdem Nystagmus verzeichnet, nicht selten auch leichten Schwund der Papilla n. optici, und unter den Fällen von Nettleship, in derselben Familie, neben den typischen, andere Fälle mit weiteren Veränderungen im Fundus oculi, die auf intrauterine Entzündung hinweisen, ferner mit Störung des intellectuellen Vermögens in der Richtung zu Idiotismus. Auch Stilling giebt in seinem Atlas, ausser dem oben mitgetheilten Fall von Becker, nur einen von erworbener Farbenblindheit und einen complicirt mit Amblyopie an. Einen Fall von normalem Lichtsinn ohne Farbensinn habe ich nirgends entdecken können. Oft genug wurde mir durch Collegen die Aussicht darauf eröffnet, aber bei näherer, sei es hier, sei es anderwärts auf mein Ersuchen angestellter Untersuchung zeigte sich stets entweder das Vorhandensein von Farbensinn oder von weite-

*) Du diagnostic des maladies des yeux par la chromatoscopie rétinienne. Paris 1868.

**) A manual of examination of the Eyes, by Dr. E. Landolt, translated by Swan M. Burnett. M. D. Philadelphia 1879. pp. 190, 191.

***) Brief.

†) On cases of congenital day-blindness with colour-blindness; reprinted from St. Thomas Hospital-Reports No. X. 1880.

ren Störungen. Im lebenden Menschengeschlecht scheint reine Achromatopsie nicht vorzukommen.

In Bezug auf die sogenannte Violettblindheit, eine sehr seltene Form, ist meine Erfahrung sehr gering. In dem von mir untersuchten Falle wies das Spectrum des zerstreuten Tageslichtes ein breites graues Band auf, das sich über das brechbarste Gelb und das Grüngelb erstreckte. Bei stärkerer Beleuchtung wurden die Farben lebhafter und das neutrale Band schmäler. Von diesem Band steigt nach beiden Seiten die Sättigung bis an die Grenzen des Spectrums, während die Intensität auf der warmen Seite unmittelbar, auf der kalten auch bald zu sinken beginnt.

Holmgren hatte Gelegenheit, einen merkwürdigen Fall von einseitiger Violettblindheit zu untersuchen. Die warme Farbe war ein Roth, etwas nach Karmin hinüberneigend, „übereinstimmend mit dem äussersten Roth des Spectrums"; die kalte war ein Grün, etwas nach dem Blau hinneigend. Die Neutrale lag im Gelbgrün, ein wenig jenseits D. Von hier dehnte sich die warme Farbe aus, soweit als das Roth des normalen Auges, die kalte „mit „zunehmender Sättigung und dann mit stets dunkler wer„denden Nüancen bis zum Anfang des Violett, wo das „Spectrum absolut aufhört (etwa bei G)." Augenscheinlich war die Sättigung der Grundfarben in diesem Falle grösser als in dem meinigen.

Auch Stilling untersuchte einen Fall mit dem Spectroscop. Er fand an der violetten Seite keine Verkürzung, aber den Lichteindruck schon im Blau gering und farblos. Eines wie das Andere erweckt die Vermuthung, dass diffuses Licht im Spiele war, welches an den Grenzen des Spectrums uns so leicht Streiche spielt. Ueber die rothe Farbe, welche bei grosser Intensität des Spectrums an Stelle des Violett sollte gesehen worden sein, wage ich

kein Urtheil. In dem von mir untersuchten Fall zeigte sich, bei darauf gerichteter Untersuchung, davon Nichts.

Wie Holmgren bereits hervorhob, lassen sich die bei Violettblindheit gemachten Beobachtungen im Allgemeinen erklären aus der Gleichheit sämmtlicher Farben, welche an der einen oder an der anderen Seite der Neutralen vorkommen und aus der Farblosigkeit der Neutralen sowohl wie des Gemisches der beiden Grundfarben. Aber es wunderte mich doch, meinen Violettblinden blaue (worunter blaugrüne) und violette Wollbündel, beide Farben in sehr verschiedener Lichtstärke und Saturation, zwar etwas langsam, aber doch vollkommen richtig sortiren zu sehen, wobei er die ersteren grün, die letzteren blau nannte. — Von rosa Wolle gehen rothe und blaue Strahlen aus, wovon die ersteren die warme, die letzteren die kalte Farbe erregen. Als solche müssen diese einander neutralisiren und die überwiegende allein übrig lassen und zwar bleicher, weniger gesättigt. Und dennoch werden derlei Bündel Rosawolle auch von blassblauen unterschieden. Mein Violettblinder erklärte sogar, in den rosafarbenen Bündel entschieden etwas Röthliches zu sehen. Sollte hier etwas Aehnliches im Spiele sein, wie bei v. d. Weyde*), der in rosenrothen Wollebündeln die beiden Farben sah, das Blau auf der beleuchteten, das Roth auf der beschatteten Seite der Fäden, einfach weil bei schwächerem Lichte das Roth, bei stärkerem das Blau mehr hervortritt? Ich kann es nicht entscheiden.

Im Ganzen ist unsere Erfahrung hinsichtlich der Violettblindheit noch sehr beschränkt. Von Farbengleichungen bei Violettblindheit besitzen wir noch wenig; von unvollkommenen Violettblinden wissen wir so gut wie Nichts. Wir dürfen erwarten, dass aus Farbenvergleichungen auf

*) Methodisch onderzoek der kleurstelsels van kleurblinden. 1882. bl. 4. — Vergl. Onderz. Labor. derde reeks. D. VII.

der kalten Seite des Spectrums, nach dem Muster der Gleichungen von Tl + Li = Na, neue Anhaltspunkte hervorgehen werden. Dann erst wird die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Violettblindheit und anderen Formen der Farbenblindheit uns beschäftigen können. Für den Augenblick können wir nicht einmal entscheiden, ob die Violettblindheit als eine Entwickelungsstufe, eine Entwickelungsanomalie oder vielmehr, wie die Achromatopsie, als ein pathologischer Zustand anzusehen ist. *)

d) Farbensinn ausserhalb des gelben Flecks.

Für die richtige Beurtheilung der Farbenblindheit ist der Farbensinn des indirecten Sehens von besonderem Gewicht. Jeder weiss, dass er in der Peripherie minder entwickelt ist als im Centrum. Aubert erkennt zwischen beiden nur „einen graduellen Unterschied" an, aber die meisten Beobachter haben den Farbensinn in der Peripherie verglichen mit Rothblindheit, manche auf der Grenze des Gesichtsfeldes sogar eine Zone von absoluter Achromatopsie angenommen.

Die gewöhnliche Art der Untersuchung bestand in der Feststellung der Veränderungen, die die verschiedenen Farben vom Centrum gegen die Peripherie erfahren. Die von mir befolgte Methode zielte auf Farbengleichungen, wie man sie bei der Untersuchung des Farbensinns im Centrum anzuwenden gewöhnt ist. Zwei farbige Quadrate wurden, in geringem Abstande von einander, auf einer linealförmigen Korkplatte festgesteckt, welche mit schwarzem Sammet überzogen und vor einem mit gleichem Sammet überzogenen aufrecht stehenden Halbcylinder, der den Bogen des Perimeters umspannt, aufgehängt. Während die Blicklinie bei primärem Stand sich in horizontaler Rich-

*) Verg. Onderz. physiol. Labor. 3. reeks. VIII. S. 101.

tung der Fläche entlang bewegte, fiel das Bild des einen Quadrates etwas oberhalb, das des anderen etwas unterhalb des horizontalen Meridians. Die Quadrate wurden bedeckt mit einem etwas breiteren, gleichfalls mit schwarzem Sammet überzogenen Lineal, und beim Fixiren unter einem bestimmten Winkel wird das Lineal mit den Quadraten plötzlich freigelegt, um auf's Neue bedeckt und unter der nämlichen oder einer anderen Richtung der Blicklinie wieder entblösst zu werden. Das hohe diffuse Himmelslicht bescheint die Fläche recht regelmässig. Beständig auf den schwarzen Sammet gerichtet, wird das Auge sehr empfindlich für die Quadrate und sehen die Farben dann beinahe glänzend aus.

Aus den Versuchen ergab sich nun, dass die Netzhaut ungefähr 40° schläfenwärts von der Fovea sich ungefähr verhält wie die Umgebung der Fovea bei den Grünblinden. Roth, Orange, Gelb und Grün, als zur warmen Farbe gehörig, werden bei geeigneter Lichtstärke und Sättigung hier einander gleich; ebenso wenig lassen sich Blau, Indigo und Violett der kalten Farbe hier von einander unterscheiden. An der nämlichen Stelle verwandeln sich die neutralen Farben der Grünblinden, — Blaugrün, Carmin und Rosenroth vom richtigen Tone, — schnell in Grau. Bedeckt man sie nun mit einem Grau von entsprechender Helligkeit, so spürt man durchaus keine Veränderung; nimmt man aber darnach das Grau weg, dann sieht man die Farbe wieder für einen Augenblick schwach zum Vorschein kommen, um gleich wieder dem Grau Platz zu machen..

Medianwärts von der Fovea geben erst schwächeres Licht und längere Einwirkung gleiche Resultate.

Von dem Bestehen einer absoluten farbenblinden Zone auf der äussersten Grenze des Gesichtsfeldes konnte ich mich nicht überzeugen. Kräftiges Blau zeigte sich hier immer noch bläulich und wurde erst allmälig grau, um,

wenn es einige Augenblicke mit Grau bedeckt gewesen, auf's Neue als blauer Ton zum Vorschein zu kommen. Nach kurzer Einwirkung mit Grau verdeckt, macht Blau einem gelblichen Scheine Platz, welchen kräftige warme Farben auch direct beim Entblössen hervorrufen. — Helle, kräftige Farben behalten etwas von ihrem Charakter, bis auf grossen Abstand von der Fovea.

Der Schluss hieraus ist dieser: dass, bei der Abnahme des Farbensinnes gegen die Peripherie hin, das System allmälig dem dichromatischen sich nähert, zunächst der Grünblindheit, weiterhin der Rothblindheit, um auf der äussersten Grenze diese letztere in ihrer unvollkommensten Form zu vergegenwärtigen, das ist bei höchst geringer Sättigung der Farben, der Achromatopsie nahekommend. Der Unterschied zwischen den Systemen der Farbenblinden und dem des peripherischen Sehens besteht nur darin, dass bei dem letzteren Farbenunterschiede noch eben auftauchen, welche das farbenblinde Auge gar nicht empfindet. Fügt man zu dem Allen noch die Thatsache, dass, in Fällen schwachen Farbensinns, schon in geringer Entfernung von der Fovea, Grünblindheit in ihrer zweifellosen Form auftreten kann, dann lässt sich die Analogie zwischen dem peripherischen Farbensinn und dem Zweifarbensystem wohl nicht in Zweifel ziehen.

Der peripherische Farbensinn nun lässt sich offenbar nicht anders auffassen, denn als ein normales System, welches einen weniger vollkommenen Grad der Entwickelung darstellt als das centrale. Und so nahe verwandt damit (wenn auch nicht absolut gleich) sind die einfacheren Systeme der Farbenblinden, dass wir schon darum auch in diesen kaum etwas Anderes sehen können als eine weniger vollkommene Differenzirung.

Für den phylogenetischen Ursprung spricht nun auch ferner die

e) Uebertragung der Farbenblindheit auf nachkommende Geschlechter.

Männer theilen sie nicht ihren Söhnen mit, aber durch Zwischenkunft ihrer Töchter, bei denen sie latent bleibt, ausschliesslich ihren Enkeln. Dies scheint das einstimmige Ergebniss Aller zu sein, welche sich mit dieser Frage beschäftigten. Auch mir ist noch nie ein Fall von Farbenblindheit bei Vater und Sohn vorgekommen, und wo es sich ereignen möchte, würde noch zu beweisen sein, dass der Sohn sie nicht seiner Mutter zu verdanken hat. Die Uebertragung hat also vollkommen den Charakter des Rückschlages, des Atavismus. Und sie muss als solcher wohl unterschieden werden von der Vererbung secundärer Geschlechtsmerkmale im Allgemeinen, die allerdings sich auch nur in einem der Geschlechter aussprechen und von dem Geschlechte, in welchem sie latent bleiben, durch Uebertragung diesem einen mitgetheilt werden können, die aber gleichfalls vom Vater oder der Mutter direct beziehentlich auf den Sohn oder die Tochter übertragen werden. *)

---

*) Vergl. Darwin. The Descent of Man and selection in relation to sex. I. p. 279 en 282. London 1871, und: The Variation of Animals and Plants under domestication. T. II, p. 71, voorts p. 83—84. London 1860.

Einige offenbar krankhafte Zustände kommen auch mit Vorliebe bei dem einen oder anderen Geschlecht erblich vor und können auch durch Zwischenkunft des Geschlechtes, in welchem sie ganz oder beinahe ganz latent bleiben, fortgepflanzt werden. Aber sie gehen doch auch direct über von den Eltern auf die Kinder. Für die Bluterkrankheit, die Hämophilie, wurde das letzte wohl bezweifelt. In Bezug auf die beiden von Hämophilie heimgesuchten Familien von Pella, in Graubünden, berichtet Vieli (Journ. de Méd. et de chir. prat. Août 1841), dass ausschliesslich durch Zwischenkunft der Frauen, obschon alle frei von manifester Hämophilie, die Krankheit übertragen wurde. Aber bei anderen Schriftstellern findet man eine genügende Anzahl von Fällen verzeichnet, wo die Uebertragung direct von Vater auf Sohn geschah (vergl. Grandidier, Die Hämophilie

Dieser Unterschied ist, soviel ich sehe, nicht genügend beachtet worden. Ich lege ihm grosse Bedeutung bei. Der Rückschlag hat ja im Allgemeinen Bezug auf eine frühere Entwickelungsform. Er mag daher als ein Grund gelten, um das System der Farbenblinden für eine dem normalen System vorausgegangene Form anzusehen. Und so werden wir zu der Vorstellung geführt, dass die Entwickelung des normalen aus dem Zweifarbensystem bei der Frau zuerst einen Anfang nahm und dann vielleicht ausschliesslich auf ihr Geschlecht fortgepflanzt wurde, um sich erst später auch mehr und mehr im männlichen Geschlecht zu offenbaren, indem, nebst Uebung, Naturwahl (in der Befriedigung von Bedürfnissen und im Vermeiden von Gefahren) und, insbesondere, Geschlechtswahl sich geltend machte.*) Bei dieser letzteren spielt, wie man weiss, der Schönheitssinn eine grosse Rolle — und nicht am Wenigsten der Sinn für Farben, die wir Natur und Kunst wie um die Wette aufbieten sehen. Und sollte auch heutzutage der Farbenblinde, der für den Reiz von Rosenwangen und Purpurlippen keine Augen hat, auf dem Gebiete des Ge-

---

oder die Bluter-Krankheit. Leipzig 1855). Tritt diese directe neben der indirecten stark in den Hintergrund, so beachte man dabei, dass die Männer, welche selbst leidend sind, in Folge dessen oft ihr Leben einbüssen, bevor sie im Stande sind, Kinder zu erzeugen. Uebrigens steht wohl fest, dass bei der Erzeugung von Blutern der Einfluss der Mutter überwiegt, vielleicht, wie behauptet wurde, in Verbindung damit, dass das Leiden bei den Frauen nicht gänzlich latent ist. Von reiner Reversion, wie bei der Farbenblindheit, kann bei der Hämophilie keine Rede sein. (Vergl. über Hämophilie die Abhandlung von Immermann, in Ziemssen, Handbuch d. spec. Pathol. u. Therapie. Bd. XIII, 1876.)

*) Vergl. Grant Allen, The Coloursense, its Origin and Development. London 1879, — dessen Versuch von Alfred Wallace (Nature 1879. Vol. XIX. p. 501), trotz vielfacher Bedenken „an interesting and suggestive work" genannt wird, — ein Ausspruch, dem ich vollständig zustimme.

schlechtslebens wohl zu den eifrigsten Kämpfern gehören und den glücklichen Besitzern des vollkommenen Systems nicht um Einiges nachstehen? In dieser Weise ist nach meiner Vorstellung das normale System allmälig das Erbtheil auch der Männer geworden und kommt das Zweifarbensystem nur noch ausnahmsweise durch Rückschlag zum Vorschein. Ob unter gewissen Umständen auch aus früheren Geschlechtern sich als Atavismus noch Fälle von Farbenblindheit zeigen, wird schwerlich durch Erfahrung festzustellen sein.

Was hier über die Entwickelung des Farbensinnes gesagt wurde, bezieht sich nicht auf die durch Geiger und Gladstone zur Sprache gebrachte Entwickelung in historischen Zeiten. Ich glaube, dass man allgemein eingesehen hat, was schon gleich von Zehender hervorgehoben wurde, dass man kein Recht hat, aus dem Fehlen des Wortes auf das Fehlen der Empfindung zu schliessen. Auch von der empirischen Seite wurde, von Grant Allen, alsbald diese Hypothese bekämpft. Vom Gedanken geleitet, dass der Farbensinn von uncultivirten Völkern für die aufgeworfene Frage entscheidend sein könnte, beeilte er sich, aus allen Welttheilen darüber Berichte einzuholen, und diese führten sämmtlich zu dem Schluss: „That the coloursense is, as a whole, absolutely identical throughout all branches of human race." Diese allgemeine Gleichheit gestattete nicht die Vorstellung, dass es bei den Alten anders gewesen sein sollte. — Zu gleichem Resultate führten die Bemühungen von Pechuël-Lösche und Magnus, und veranlassten den Letzteren, welcher anfänglich die Lehre von Geiger und Gladstone befürwortet hatte, zu dem Geständniss: dass er sich „über die Tragweite der durch sprachvergleichende Untersuchungen gewonnenen Erkenntniss betrogen hätte."

Aber Grant Allen beschränkte sich nicht hierauf. Man hatte Verband gesucht zwischen dem Farbensinn der Alten und der Farbenblindheit, und als wollte er dieser Vorstellung auch die Stütze rauben, die ihr von Seite der Farbenblindheit geboten war*), setzte er die Farbenblindheit herab zu einer Culturkrankheit. Mangelt sie denn bei uncultivirten Völkerschaften? Die Berichte schwiegen darüber, und jetzt (ein paar Karawanen von etwa 10 Nubiern werfen diese Regel nicht um) hat sich das Gegentheil herausgestellt. Selbst bei den Tschuktschen, welche kaum Berührung mit der Civilisation gekannt haben, fand Almquist**) das gewöhnliche Verhältniss an Farbenblinden, auf 310 Individuen 9 (alle Männer) und überdem nicht weniger als 18 mit schwachem Farbensinn. Und was die Stände in unserer Gesellschaft betrifft, so wird wohl von einer grösseren Verhältnissziffer in den unteren Volksklassen berichtet***), aber, soviel ich weiss, nicht von dem Gegentheil.

Bei einer secundären Entstehung der Farbenblindheit wäre auch die Forterbung, ausschliesslich durch Rückschlag, ohne Beispiel, wesshalb sie als ein wichtiger Grund für den phylogenetischen Ursprung angeführt wurde, dem auch das hier constatirte allgemeine Vorkommen der Zweifarbensysteme das Wort redet.

---

*) Vergl. Dr. Pole in Nature. 1878. p. 676.

**) Siehe den Brief von Almquist in Holmgren: Bidrag till belysning af frögen Färgsinnets historiske Utveckling. 1879.

***) Siehe u. A.: Magnus, dieses Archiv XXIV. 4, p. 206 und v. Reuss, Id. XXIX. 2, p. 254.

Ueber die radiale Ausdehnung des Sehfeldes und die Allometropie des Auges bei indirectem Sehen.

Von

Prof. Dr. Ludwig Matthiessen
in Rostock.

Wenn man kleinere Objecte, auf weissem Grunde verzeichnete Buchstaben, Zahlen, Linien, äquidistante Kreise oder Quadrate aus verschiedenen Richtungen indirect und monocular betrachtet, während das Auge unbewegt auf einen festen, beliebig entfernten Punkt accommodirt ist, so bemerkt man leicht, dass zur deutlichen Erkennung des Objectes in einem Maximalabstande, dieses um so näher an das Auge geführt werden muss, je mehr sich das Object dem Rande des Gesichtsfeldes nähert. Wenn dann bei einem festen Azimuth das Object dem Auge näher gebracht wird, so erscheint das Bild zwar anfangs schärfer und deutlicher, schliesslich aber treten wie bei directem Sehen immer mehr die Zerstreuungskreise hervor, bis das Bild eine zweite Grenze der Deutlichkeit überschreitet. Es ist nun die Maximaldistanz distinct gesehener Punkte, welche im horizontalen Meridian gelegen sind, bei einer Incidenz von 90° lateralwärts, also am Rande des Gesichtsfeldes beispielsweise für Emmetropen ca. 5 Cm., für einen Myopen ca. 2,5 Cm. Es folgt hieraus, dass für eine äusserst schiefe Incidenz der von einem Objecte ausgehenden Lichtstrahlen in das Auge, dieses als excessiv myopisch zu betrachten ist. Während das Ge-

sichtsfeld im horizontalen Meridian lateralwärts im äusseren Raume eine transversale oder anguläre Ausdehnung von 90° hat, wird man demselben in dieser Richtung für Emmetropen eine radiale Ausdehnung von 5 Cm. zuzuschreiben haben. Bei einem Incidenzwinkel von 45° steigert sich die radiale Ausdehnung auf 44 Cm. u. s. f. Weiter unten mitzutheilende Beobachtungen ergeben, dass während das Auge irgend einen Punkt in axialer Richtung fixirt, das Sehfeld eine räumliche Flächenausdehnung um die Sehlinie herum besitzt, deren Radien abhängig sind von der Orientirung des Meridians und dem Polarwinkel der indirecten Sehaxe mit der directen. Die Oberfläche des ganzen räumlichen Sehfeldes erhält auf diese Weise eine Art von ovoidischer Gestalt, indem die verschiedenen Meridiane desselben sehr verschiedene, wenn auch unter sich ähnliche Curven bilden, deren gegenüberliegende Aeste sich im Innern des Auges und jenseit des fixirten Punktes nahezu zu geschlossenen Curven vereinigen.

Die ersten genaueren Beobachtungen in dieser Richtung sind von Aubert (Moleschott's Untersuch. IV. S. 16 1857, Physiologie d. Netzhaut S. 243 u. Physiolog. Optik § 54. S. 587. 1876) mit seinem Perimeter angestellt worden. Bei seinen früheren in Gemeinschaft mit Förster über die anguläre Ausdehnung des Gesichtsfeldes angestellten Versuchen war ihm aufgefallen, dass die Entfernung der Objecte Veränderungen der Grenzen der Wahrnehmbarkeit auf der Peripherie der Netzhaut bedingte und zwar, dass bei gleichem Gesichtswinkel für die Objecte kleine Ziffern und Buchstaben weiterhin peripherisch erkannt werden konnten als grosse." Dieser Zusatz wird auch so gefasst und verstanden werden können, dass nähere Objecte weiterhin peripherisch erkannt werden konnten als entferntere, was mit den Thatsachen insofern übereinstimmt, als der gleiche Gesichtswinkel nicht so massgebend für die Vergleichung der Grenzen der Wahr-

nehmung zu sein scheint, als die radialen Entfernungen der Objecte. Einige Gründe hierfür werde ich weiter unten anführen. Die von Aubert beobachtete und durch spätere Messungen von ihm bestätigte Thatsache findet ihre Erklärung in einer Allometropie des Auges für verschiedene Richtungen, wozu kommt, dass, wie gleichfalls von Aubert beobachtet worden ist, die Accommodationsfähigkeit und Accommodationsbreite des Auges einen desto geringeren Grad besitzt, je weiter die indirect betrachteten Objecte nach der Seite gelegen sind.

Zu meinen Messungen benutzte ich denselben mir gütigst zur Verfügung gestellten perimetrischen Apparat, welcher von Aubert beschrieben und gebraucht worden ist; die Methode war nach meinen Vorbemerkungen insofern von der seinigen abweichend, als Aubert bei gleicher radialer Entfernung und unter gleichem Gesichtswinkel des fixirten und indirect gesehenen Objects beobachtete und so den Grenzwinkel der Wahrnehmbarkeit bestimmte, während ich für ein gegebenes Azimuth die radiale Ausdehnung des Sehfeldes mass, wobei der gleiche Gesichtswinkel ohne eine grosse Anzahl der verschiedensten Objectgrössen nicht gewahrt werden konnte. Als Objecte wurden je sechs Buchstaben von nur vier verschiedenen Grössen aus der Monoyer'schen Tabelle, welche eine nahezu quadratische Flächenausdehnung haben, verwendet. Die Perimetertafel hatte die Länge 280 Cm. und war von dem Auge des Beobachters aus von 5 zu 5 Graden radial eingetheilt. Bei gutem und möglichst constantem Tageslichte wurden jedesmal vorher dem Beobachter unbekannte Buchstaben auf jedem der Radien von aussen her in das Sehfeld eingeführt und die Entfernung vom Auge notirt. Als Buchstabengrössen wurden benutzt bei einem Fixpunkt von 280 Cm. Abstand und der

Objectdistanz 280—130 Cm. die Grösse $\Delta =$ 8,33 M.
„ 120— 96 „ „ „ $\Delta =$ 10,0 „

Objectdistanz 72—45 Cm. die Grösse △ = 12,5 M.
„ 40— 5 „ „ „ △ = 16,33 „

Es könnte incorrect erscheinen, dass die Objecte nicht genau so gewählt wurden, dass die äussern Gesichtswinkel constant blieben. Abgesehen von dem Umstande, dass die radiale Ausdehnung des Sehfeldes nicht merklich verändert wurde, wenn zwischen den obenangeführten Intervallen die aufeinander folgenden Objectgrössen wechselten, so werden für seitlich gelegene Objecte die Bedingungen gleich grosser Netzhautbilder in mehrfacher Beziehung keineswegs erfüllt. Für das directe Sehen „projiciren wir unsere Empfindungen in den Raum ungefähr nach den Richtungslinien der Objecte, also nach Linien, welche wir uns von den Objectpunkten oder Netzhautpunkten durch den hinteren Knotenpunkt gelegt denken können." (Aubert, Physiol. Optik, § 59). Es degeneriren nun für seitliche Objecte die Knotenpunkte, d. h. die Kardinalpunkte des parallelen Durchganges in die Directionspunkte und Seitenpunkte von Hermann (Pflüger's Arch. f. Physiol. XVIII. S. 454), wobei es (innerhalb gewisser Grenzen aber nur) noch einen parallelen Durchgang und einen optischen Mittelpunkt geben kann, so dass also die scheinbare Grösse des Bildes bezüglich der Directions- und Seitenpunkte der des Objectes congruent bleibt. Bei weiterem Vorrücken der Objecte gegen die äussersten Grenzen des Sehfeldes hören diese Verhältnisse auf; die gebrochenen Strahlenbündel, welche durch die Pupille noch einzutreten vermögen, weichen von der Richtung der äusseren Strahlen um einen beträchtlichen Winkel ab, der innere Gesichtswinkel oder Bildwinkel bleibt an Grösse hinter dem äusseren oder Objectwinkel zurück; es ändern sich die Dimensionen des verzerrten Netzhautbildes gegen das centrale.

Eine weitere und zwar absolute Grössenveränderung des Netzhautbildes bei constantem äusseren Gesichtswinkel wird veranlasst durch die verschiedenen Abstände der

Netzhautschale von den Directions- und Seitenpunkten. Die äussersten stehen zu dem centralen Abstande im Verhältniss 13 : 19. Da die äussersten Abstände oder Richtlinien zur Netzhautfläche geneigt stehen unter einem Winkel von ungefähr 65°, so wird dadurch dies Verhältniss etwas grösser, aber immer noch nicht grösser als 13 : 17, also kleiner als die Einheit. Zu diesen Beeinträchtigungen der Bildgrössen kommt hinzu die Reduction der Lichtmenge in Folge der schiefen Lage der Pupille gegen die eintretenden Strahlenbündel. Ferner sind die Empfindungskreise von Einfluss auf die Grössenerscheinung und die Wahrnehmbarkeit der Objecte. Auch dürfte nicht zu unterschätzen sein der Umstand, dass ein gesundes Auge nicht geübt wird, seitliche Objecte genauer zu beobachten. Endlich ist die Beleuchtung der Objecte von sichtbarem Einflusse auf die radiale Ausdehnung des Sehfeldes.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen sind angestellt an einem etwas presbyopischen und einem etwas myopischen Augenpaare und zwar sind es die Mittelwerthe zweier Beobachtungsreihen. Das erste Augenpaar ist das meinige, das zweite das meines zweiten Assistenten Stud. math. Ruchhöft. Die I. Tabelle enthält die Resultate der Messungen, welche von mir mit möglichster Genauigkeit angestellt sind; diesen Anspruch erhebt wegen Mangel an Uebung im Beobachten die II. Tabelle freilich nicht, indessen theile ich sie mit, weil sie den Werth der Unmittelbarkeit für sich hat und von genaueren theoretischen Instructionen, welche derartige Beobachtungen beeinflussen können, unabhängig gemacht ist.

Bei meinen Augen wurde die Distanz 280 Cm. für den Fixpunkt des monocularen Blicks gewählt; bei dem anderen etwas myopischen Augenpaare sein Fernpunkt im Abstande von 200 Cm. Die Werthe x und y sind die rechtwinkligen Coordinaten des horizontalen Meridianes, bezogen auf die Augenaxe und die Frontalebene. Das

I. Tabelle.

Polar-winkel	R. A. lateral	R. A. median	L. A. lateral	L. A. median	Mittel lateral	beob.		ber.	
						x	y	x	y
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
1° 42'	—	—	900	—	—	900	26,6	—	—
2°	—	900	—	—	—	900	31,3	—	—
5°	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10°	227	233	241	241	234	230,4	40,6	—	—
15°	blind	170	blind	199	(185)	178,7	47,9	—	—
20°	131	128	132	130	131,5	123,6	45,0	—	—
25°	118	87,5	106	98	112	101,5	47,3	—	—
30°	95	68	98	73	96,5	83,6	48,2	—	—
35°	66	59,5	79	58,5	72,5	59,4	41,6	—	—
40°	55,5	47	57	45	56	42,9	36,0	—	35,0
45°	44	29,5	44,5	33	44	31,1	31,1	—	31,1
50°	36,7	20	36,8	23	36,7	23,6	28,1	—	27,9
55°	31,5	18	33,5	18	32,5	18,6	26,6	—	25,4
60°	22,7	15,5	21,2	17,1	22	11,0	19,0	—	20,3
65°	19,6	blind	18,0	blind	18,8	7,9	17,0	—	17,7
70°	17,1	„	15,4	„	16,2	5,5	15,2	—	15,2
75°	13,5	„	12,3	„	13,0	3,4	12,6	—	12,5
80°	11,0	„	9,1	„	10,0	1,7	9,8	—	9,9
85°	9,0	„	7,4	„	8,2	0,7	8,2	—	7,8
90°	5,8	„	5 8	„	5,8	0,0	5,8	—	5,8
180°	—	—	—	—	—	—	—	—0,9	0,0

laterale Sehfeld des ersten Augenpaares wird zwischen 45° und 90° nahezu begrenzt von einer Ellipse von der Gleichung $y^2 = 33{,}64 + 37{,}100\,x - 0{,}24910\,x^2$. Ihr Scheitel liegt 9 Mm. hinter der Hornhaut. Die Curve der II. Tabelle ist innerhalb derselben Grenzen hyperbolisch: $y^2 = 11{,}92 + 24{,}670\,x + 0{,}2103\,x^2$.

Wenn man die Curven graphisch darstellt, so erkennt man auf den ersten Blick das für beide Augenpaare Gemeinsame, dass von 0° bis etwa 20° lateral- und medianwärts die Curven symmetrisch zu beiden Seiten der Augenaxe verlaufen, von da aber die radiale Ausdehnung des Sehfeldes medianwärts immer mehr zurückweicht gegen die des äusseren Sehfeldes und zwar nahezu auf die Hälfte.

II. Tabelle.

Polar-winkel	R. A. lateral	R. A. median	L. A. lateral	L. A. median	Mittel lateral	beob.		ber.	
						x	y	x	y
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
5°	230	240	210	193	220	—	—	—	—
10°	200	189	187	161	193	—	—	—	—
15°	blind	150	blind	118	(134)	—	—	—	—
20°	127	113,5	108	103	117,5	—	—	—	—
25°	102	79,5	85	86,4	93,5	—	—	—	—
30°	85	61,5	71,6	53,3	78,3	—	—	—	—
35°	73,5	47	60,3	43,7	66,9	—	—	—	—
40°	61	35	48,9	34,6	55	42,1	35,4	—	37,7
45°	50	29,5	40,4	27,7	45,2	32,0	32,0	—	32,0
50°	36,5	21	34,9	17 6	35,7	23,0	27,3	—	26,3
55°	24,5	11.9	24,0	12,5	24,2	13,9	19,8	—	19,9
60°	19,7	blind	15,5	blind	17,6	8,8	15,2	—	15,7
65°	16,8	„	12,0	„	14,4	6,1	13,0	—	13,0
70°	10,8	„	9,1	„	9,9	3,4	9,3	—	9,9
75°	10,1	„	6,2	„	8,1	2,1	7,9	—	8,0
80°	8,0	„	4,7	„	6,3	1,1	6,3	—	6,3
85°	6,2	„	3,4	„	4,8	0,4	4,8	—	4,8
90°	3,7	„	3,3	„	3,5	0,0	3,5	0,0	3,4
180°	—	—	—	—	—	—	—	—0,5	0,0

Hiermit stimmen auch die Beobachtungen von Aubert überein, wenn auch hier der Unterschied für gleiche Radien nur einige Grade betrug, und bei der von ihm angewandten verhältnissmässig kurzen Distanz des fixirten Punktes das Sehfeld nur eine verhältnissmässig geringe radiale Ausdehnung hatte. Für zunehmende Distanzen des Fixpunktes erweitern sich die radialen Sehfelder und umschliessen einander. Hinter dem Fixpunkte convergiren sie gegen die Augenaxe.

Die hier beobachteten Erscheinungen der Myopie des Auges bei schiefer Incidenz der Strahlen ist völlig analog zu dem Verhalten von biconvexen Glaslinsen in Luft. Die astigmatische Brennweite verkürzt sich bei zunehmender Schiefe der Strahlen; die Bilder werden in beiden Dimen-

sionen kleiner bei gleichem Bildwinkel und nähern sich der Linse bei gleicher Objectweite. Bei dem Auge ist die Verkürzung der Brennweite scheinbar stärker als wie die Annäherung der Netzhaut an die Krystalllinse; das Object muss näher an das Auge gerückt werden, um in das Sehfeld einzutreten. In diesem Verhalten weichen die Augen der in Luft lebenden Thiere wesentlich ab von dem der Fische.

Von Interesse würde es gewesen sein, horizontale und verticale Liniensysteme als Objecte zu benutzen, um das seitliche Auge für die verschiedenen Azimuthe auf seinen Astigmatismus zu prüfen. Im Falle eines Astigmatismus bei indirectem Sehen würde für horizontale Liniensysteme die radiale Ausdehnung des Sehfeldes grösser gefunden werden müssen, als für verticale. Aus Mangel an Zeit habe ich hierüber keine genauern Versuche anstellen können. Directe Versuche sind übrigens schon früher von Schön (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1879. Suppl.-Bd. S. 163) mit dem Augenspiegel bei Anwendung von Liniensystemen angestellt worden. Derselbe fand an 16 Augen für das Azimuth 90°, dass der verticale Meridian des Incidenzpunktes durchschnittlich 1/13 weitsichtiger war als der horizontale. Es leuchtet ein, dass eine Wiederholung der Messungen an andern Augen, auch in den übrigen Meridianen für die Theorie der Periskopie des Auges von wesentlicher Bedeutung sein muss. Wenn jedoch für schiefe Incidenz der Strahlen seitlicher oder peripherischer Objecte die Beobachtungen einen merklichen Astigmatismus des Auges ergeben, so folgt daraus keineswegs, dass dasselbe auch schief nach dem Rande der Linse gerichtete Strahlen paraxialer Objecte astigmatisch breche, da hier die Strahlen in einer ganz anderen Weise die geschichtete Linse durchsetzen. Theoretische Untersuchungen, gestützt auf die physikalische Beschaffenheit der Krystalllinse ergeben, dass für solche Strahlen der Astigmatismus nur ein sehr geringer ist.

Ueber die Hornhautkrümmung im normalen Zustande und unter pathologischen Verhältnissen.

Ophthalmometrische Untersuchungen

von

Prof. Dr. Laqueur in Strassburg.

Eine möglichst genaue Kenntniss der Formverhältnisse der Hornhaut ist nicht bloss für die physiologischen, sondern auch für eine ganze Reihe von pathologischen Zuständen des Auges von Wichtigkeit. In richtiger Würdigung dieser Umstandes hat man in einzelnen Krankheiten die Krümmung der Cornea ophthalmometrisch bestimmt und manche schätzenswerthe Resultate gewonnen; in grösserem Umfange sind solche Untersuchungen bisher aber selten vorgenommen worden und das Ophthalmometer hat als diagnostisches Hilfsmittel nicht diejenige Verbreitung gefunden, welche es offenbar verdiente. Sind doch selbst die öffentlichen Augenkliniken nicht sämmtlich mit diesem Instrumente ausgerüstet, wie viel weniger kann von dem Praktiker erwartet werden, dass er von demselben Gebrauch macht? Der Grund hiervon liegt in der Schwierigkeit der Handhabung des Helmholtz'schen Ophthalmometers, jenes bewundernswürdigen Instrumentes, welchem die physiologische Optik ihre höchsten Triumphe

verdankt, dessen Gebrauch aber viel Uebung, Zeit und Geduld voraussetzt und darum für die alltägliche Praxis wenig geeignet ist. Es ist daher im Interesse der allgemeinen Verwendung ophthalmometrischer Messungen als ein erfreulicher Fortschritt zu begrüssen, dass Javal und Schiötz uns mit einem neuen Instrumente ausgerüstet haben, welches zwar hinsichtlich der Präcision der Resultate dem klassischen Apparate von Helmholtz unleugbar nachsteht, in Bezug auf Leichtigkeit und Bequemlichkeit der Handhabung ihn aber entschieden übertrifft und sowohl aus diesem Grunde wie seiner geringeren Dimensionen und seines niedrigeren Preises wegen dem Kliniker und Praktiker empfohlen zu werden verdient. Uebrigens sind die Resultate, welche es liefert, für die Bedürfnisse des Arztes immerhin noch exact genug; denn es dürfte denselben reichlich Genüge geleistet werden, wenn es beispielsweise gelingt, den Hornhautradius bis auf den zwanzigsten Theil eines Millimeters zu bestimmen.

Auf Princip und Construction des Javal-Schiötz'schen Ophthalmometers soll hier nicht eingegangen werden; dieselben finden sich in den Annales d'Oculistique Band LXXXVI ausführlich auseinander gesetzt. Bemerkt sei hier nur, dass das Instrument auf demselben Princip beruht, wie das von Coccius angegebene Ophthalmometer, sich aber in der Ausführung, besonders hinsichtlich der die Reflexe gebenden Objecte wesentlich von ihm unterscheidet. Obwohl ursprünglich zur objectiven Messung des Hornhautastigmatismus bestimmt, eignet es sich doch auch zur Ermittelung der Hornhautradien in den oben angegebenen Grenzen recht gut. Zur Messung der Linsenflächen dagegen kann es wegen der zu geringen Lichtstärke der Reflexbilder nicht verwendet werden. — Es functionirt zwar auch bei gutem Tageslicht vorzüglich, trotzdem ist bei längeren Untersuchungsreihen die Anwendung von künstlichem Licht, der Gleichmässigkeit der Beleuchtung

wegen, vorzuziehen. Die Untersuchungen, welche ich im Laufe des letzten Jahres mit dem Apparate ausgeführt habe, und über welche im Folgenden berichtet werden soll, sind denn auch sämmtlich mit Hülfe der dem Instrumente beigegebenen Beleuchtungsvorrichtung angestellt worden. Um den Untersuchten gegen die lästige Wärmestrahlung der Gasflammen zu schützen, wurde unmittelbar über seinem Kopfe ein halbkugliger Schirm angebracht.

A. Physiologische Verhältnisse.

Es ist leicht, mit Hülfe des Instrumentes sich von einer zwar schon bekannten, aber nicht hinreichend gewürdigten Eigenthümlichkeit des Hornhautbaues zu überzeugen, nämlich von ihrer Abflachung in der Peripherie. Vergleicht man die Hornhautradien in der Gesichtslinie mit denen der peripherischen Theile, wenn der Untersuchte etwa 20° excentrisch blickt, so ist eine erhebliche Differenz zu constatiren. Sie beträgt nach innen und nach aussen 0,5—0,75 mm des Radius, was einer Verschiedenheit der Brechkraft von 3—5 Dioptrien entspricht. Bei einem schielenden, mit M 4 D behafteten, sonst aber normalen Auge war sogar eine Abflachung von 6—7 D nach der Peripherie hin zu constatiren. Die Abflachung ist aber schon im horizontalen Meridian nicht symmetrisch; in Folge der Lage des $< \alpha$ in den meisten Augen ist sie bei gleicher Excentricität in der äusseren Hälfte geringer, als in der inneren. Der verticale Meridian verhält sich aber anders. Seine untere Hälfte ist in der Regel ähnlich gekrümmt, wie die äussere oder innere Peripherie der Hornhaut, die obere Hälfte dagegen zeigt meist eine Abweichung in dem Sinne, dass die Abflachung geringer ist oder selbst null wird, ja es gibt Fälle, in denen die Peripherie der Hornhaut nach oben eine stärkere Krümmung besitzt, als das Centrum in der Gesichtslinie. So

verhält es sich in der Mehrzahl der Fälle; es kommt aber auch, wiewohl seltener, vor, dass der obere Theil des verticalen Meridians die Abflachung der äusseren und inneren Peripherie zeigt, während der untere die stärkere Wölbung aufweist. Von dieser Thatsache, aus welcher gefolgert werden muss, dass die Hornhaut in toto eine viel unregelmässigere Gestalt hat, als ihr bisher vindicirt worden ist, und dass ihre Oberfläche weder als Theil einer Kugel, noch eines Ellipsoids, ja überhaupt nicht eines Rotationskörpers angesehen werden darf, haben wir uns überzeugen können durch die Beobachtung einzelner, besonders geeigneter Fälle, in denen eine hohe Lidspalte bei übrigens normalem Verhalten die Messung des verticalen Meridians gestattete, ohne dass das Lid mit dem Finger erhoben zu werden brauchte.

Eine andere bisher nicht bekannte Eigenthümlichkeit des normalen Auges gestattet das Instrument leicht nachzuweisen; es ist die astigmatische Deformation, welche die Hornhaut erleidet, wenn ein Druck oder Zug durch das Lid auf sie ausgeübt wird. Legt man den Finger auf das Oberlid in der Nähe des äusseren Lidwinkels, und zieht man die Lidhaut in der Richtung nach der Schläfe an, so entsteht ein regelmässiger Astigmatismus der Hornhaut, eine Abflachung des horizontalen und stärkere Krümmung des verticalen Meridians, welche sich sofort durch theilweise Deckung der Reflexe zu erkennen gibt und je nach der Spannung der Lider 2—4 D beträgt. Eine ähnliche, aber geringere Gestaltveränderung erfährt die Hornhaut, wenn man den Finger an den inneren Augenwinkel legt und die Lidhaut nasalwärts anzieht. Mit dem Nachlass des Zuges hört der Astigmatismus momentan auf. Durch den so entstandenen Astigmatismus kann ein früher vorhandener verstärkt oder wenn er im entgegengesetzten Sinne bestand, compensirt werden. Diese Thatsache erklärt uns, auf welche Weise manche Astigmatiker

ihren Fehler in ganz befriedigender Art durch Druck mit dem Finger aufs Auge corrigiren können, worauf ich früher (in Annales d'Oculistique 1869. t. LXI p. 216) aufmerksam gemacht habe. — Dauert der Druck auf den Bulbus aber lange Zeit an, so kann die Deformation persistiren, und es kann auf diesem Wege ein dauernder Astigmatismus erworben werden, wie folgendes Beispiel lehrt:

Ein 33jähriger Arzt, der seine Refraction oft und genau bestimmt hatte, war auf dem rechten Auge emmetropisch und völlig frei von Astigmatismus gewesen. Auf einer Gebirgsreise trug er mehrere Wochen lang ein Pincenez mit grauen Schutzgläsern und einer starken Feder, welche eine Druckfurche auf der Nasenwurzel erzeugte. Unmittelbar nach der Rückkehr bemerkte er, dass sein rechtes Auge einen myopischen As von 1 D mit stärkerer Krümmung des verticalen Meridians darbot. Der Astigmatismus ist dauernd geblieben.

Dass die Hornhaut auf Druck und Zug immer im Sinne eines regelmässigen As reagirt, ist jedenfalls bemerkenswerth. Der Grund der Erscheinung dürfte im histologischen Bau der Membran zu suchen sein. Die Grundsubstanz besteht nämlich bekanntlich aus Fibrillen, welche zu bandartigen Bündeln geordnet sind, und welche sich in den verschiedenen Lamellen rechtwinklig kreuzen. Bei diesem Verhalten der Fasern muss ein jeder Zug Fasern der einen Richtung dehnen und Fasern in der darauf senkrechten Richtung zusammendrücken; das Resultat kann dann ein Astigmatismus der angegebenen Art werden.

Die Leichtigkeit, mit welcher das Instrument auch bei ungenügender Fixation verwendet werden kann, veranlasste mich, eine Anzahl sehr kleiner Kinder zu untersuchen, um die Angaben von v. Reuss (Arch. f. Ophth. XXVII p. 27—42) einer Prüfung zu unterwerfen. Dieser

Autor, welcher eine sehr grosse Zahl von Kinderaugen mittelst des Helmholtz'schen Ophthalmometers untersucht hat, ist zu dem Resultate gekommen, dass die Wölbung der Cornea in den ersten Wochen des Lebens eine viel stärkere ist, als bei älteren Kindern und Erwachsenen, dass sie vom Ende des ersten Lebenshalbjahres bis zum Alter von 7 Jahren allmählich abnimmt und vom 7. bis 12. Jahre constant bleibt, um vom 13. bis 15. nochmals langsam abzunehmen. Da sich unter den zahlreichen Messungen von v. Reuss nur solche von drei Kindern unter 6 Monaten finden, so scheint es mir nicht ohne Interesse, die Resultate der Untersuchung von drei kleinen Kindern anzuführen, bei denen der Hornhautradius im horizontalen Meridian in der Gesichtslinie oder nahe derselben mit leidlicher Genauigkeit bestimmt werden konnte:

I. Kind,	6	Wochen alt,	r	des rechten Auges	=	8	Mm.
II. „	4	„	„ r	„	=	6,75	„
III. „	3	„	„ r	„	=	8,1	„

Bei drei Kindern fanden sich demnach 2mal Hornhautradien von gewöhnlicher Grösse und einmal ein ausserordentlich kleiner. Wenn man einwenden wollte, dass diese Werthe in Folge der immerhin ungenauen Fixation nicht der Gesichtslinie, sondern der Peripherie der Hornhaut entsprechen, so ist zu bemerken, dass in Fall I und III selbst ein Fehler von 0,5 Mm. Radius noch immer nicht zu ungewöhnlichen Werthen führt. Es scheint demnach — soweit sich aus einer so kleinen Zahl von Beobachtungen ein Urtheil bilden lässt — dass nicht so allgemein, wie v. Reuss annimmt, beim Neugeborenen enorm stark gekrümmte Hornhäute vorkommen. Wo aber sich auffallend kleine Hornhautradien vorfinden, da muss auch Axenlänge des Bulbus eine sehr geringe sein; denn

das Auge des Neugeborenen ist nach den Untersuchungen von Königstein *) und Schleich **) stark hypermetropisch, und diese Hypermetropie bei stark convexer Cornea kann nur auf erheblicher Axenverkürzung beruhen.

Was den regulären Astigmatismus anbetrifft, so haben wir eine grössere Zahl von Fällen untersucht, um ein Urtheil darüber zu gewinnen, inwieweit der Apparat zur Diagnose desselben brauchbar ist. Es hat sich ergeben, dass er hier in der Praxis unleugbar grosse Dienste leistet, obwohl er natürlich die functionelle Untersuchung nicht entbehrlich macht, schon darum nicht, weil er über die Refraction der einzelnen Meridiane (ob dieselbe myopisch oder hypermetropisch ist), keinen Aufschluss giebt. Er ist aber insofern sehr werthvoll, als er das Vorhandensein eines irgend erheblichen Astigmatismus sehr rasch und sicher nachweist und die nachfolgende Prüfung mit Gläsern auf die richtige Bahn lenkt und abkürzt. Denn wenn er auch zunächst nur die Asymmetrie der Cornea anzeigt, und diese sich nur im aphakischen Auge mit dem Gesammtastigmatismus decken muss, so haben doch die Untersuchungen gelehrt, dass wir Javal beipflichten dürfen, wenn er annimmt, dass die Differenz zwischen Hornhautastigmatismus und Gesammtastigmatismus in der Regel nicht erheblich ist.

Die folgende Tabelle I, welche 50 Fälle von Astigmatismus der verschiedensten Grade umfasst, giebt über die Höhe dieser Differenz näheren Aufschluss.

---

*) Wiener medicinische Jahrbücher. Jahrg. 1881. p. 47 u. ff.

**) Nagel's Mittheilungen aus der ophthalmiatrischen Klinik in Tübingen. Bd. II. p. 44—56.

Tabelle I.

Verhältniss des ophthalmometrisch bestimmten Hornhaut-Astigmatismus zum Gesammt-Astigmatismus.

	Hornhautastigmatismus ophthalmometrisch bestimmt D.	Gesammtastigmatismus functionell bestimmt D.	Differenz D.
1.	1,5	2	— 0,5
2.	1	2	— 1
3.	3,5	4	— 0,5
4.	3,5	4,5	— 1
5.	1,5	1	+ 0,5
6.	1,5	0,5	+ 1
7.	1,5	1,25	+ 0,25
8.	2,75	2	+ 0,75
9.	3	4	— 1
10.	2,25	1,5	+ 0,75
11.	3	2	+ 1
12.	3,5	3,5	0
13.	3	2,5	+ 0,5
14.	1	2	— 1
15.	1	2,5	— 1,5
16.	1,5	2	— 0,5
17.	4	4	0
18.	3	3	0
19.	4	4,5	— 0,5
20.	4	3	+ 1,0
21.	2,5	2,5	0
22.	2,5	2,5	0
23.	4,5	5	— 0,5
24.	2,5	2,5	0
25.	2,75	2,5	+ 0,25
26.	1	1	0
27.	4,5	4,5	0
28.	4	4	0
29.	2	1,5	+ 0,5
30.	2,75	2	+ 0,75
31.	2	1	+ 1
32.	1	0	+ 1
33.	0,5	1,25	— 0,75
34.	3	2	+ 1

	Hornhautastigmatismus ophthalmometrisch bestimmt D.	Gesammtastigmatismus functionell bestimmt D.	Differenz D.
35.	2	2	0
36.	2	2	0
37.	3	3,5	—0,5
38.	4	4,5	—0,5
39.	3	3	0
40.	2,5	2	+ 0,5
41.	2,5	2,5	0
42.	1	1	0
43.	1,25	0,75	+ 0,5
44.	1,50	0,75	+ 0,75
45.	3	3	0
46.	2,5	3	—0,5
47.	2,75	4	—1,25
48.	3	2	+ 1
49.	3,75	3	+ 0,75
50.	3	3	0

Aus der Tabelle geht hervor, dass unter den 50 Fällen 16mal die Uebereinstimmung eine absolute und 15mal die Differenz so gering war (0,5 D), dass sie nahezu vernachlässigt werden konnte. Nur 1mal wurde ein Unterschied von 1,5 D, niemals ein grösserer gefunden. Unter den 34 Fällen, in denen sich eine Differenz herausstellte, war der ophthalmometrisch gemessene Hornhautastigmatismus 19mal grösser und 15mal kleiner als der functionell bestimmte Gesammtastigmatismus. Bemerkenswerth ist ferner, dass grade in den hohen Graden von Astigmatismus die Uebereinstimmung eine sehr vollkommene ist; bei As von 3 D und darüber dürfen die Werthe mit Begehung eines kleinen Fehlers fast immer gleichgesetzt werden, während bei geringeren Graden von As sich absolut und relativ grössere Differenzen finden.

Es lässt sich allerdings der Einwand erheben, dass die Zahlen der zweiten Columne vielleicht nicht genau

dem Gesammtastigmatismus entsprechen, weil die meisten Bestimmungen ohne vorausgegangene Atropinisirung gemacht worden sind. In den Fällen jedoch, in welchen die Accommodation durch Atropin gelähmt worden war, ergaben sich im Wesentlichen dieselben Resultate. Für die Beantwortung der Frage nach der praktischen Brauchbarkeit des Apparates ist dieser Punkt übrigens ohne Belang, da ja in praxi die Brillenbestimmungen im Allgemeinen an nicht atropinisirten Augen gemacht werden.

Sind die übrigen Zahlen aber im Grossen und Ganzen zuverlässig, so folgt aus ihnen, dass der Linsenastigmatismus eine viel geringere Rolle spielt, als ihm bisher zugetheilt worden ist. Denn in einem Drittel aller Fälle fehlt er gänzlich und Hornhautastigmatismus und Totalastigmatismus fallen zusammen. In mehr als einem Drittel der Fälle ist er gleichsinnig mit dem Astigmatismus der Hornhaut und verstärkt denselben. In kaum einem Drittel der Fälle wirkt er in entgegengesetztem Sinne und compensirt die Asymmetrie der Hornhaut. In keinem Falle ist der Astigmatismus der Linse sehr erheblich und besonders bei den hohen Graden von Totalastigmatismus kommt er nicht in Betracht. —

B. Pathologische Verhältnisse.

I. Hochgradige Ametropie.

Obwohl von Donders und Mauthner eine grosse Zahl von ametropischen Augen auf die Krümmung der Hornhaut untersucht worden ist, schien es mir nicht überflüssig zu sein, die Hornhautradien der zur Beobachtung gekommenen Fälle von hochgradiger Ametropie in der Gesichtslinie zu messen. Die Tabelle II giebt über die Resultate Aufschluss.

Tabelle II.

Hornhautradien bei starker Ametropie.

No.	Alter	Grad D.	Hornhaut-radius	Bemerkungen.
			I. Hypermetropie.	
1	10 Jahre	7	R. r = 8,15 L. r = 7,9	
2	20 „	5	R. r = 8,5	Das linke Auge emmetrop. r = 8.3.
3	22 „	9	R. r = 7,5 L. r = 7,6	
4	14 „	7	Bds. r = 8,1	
5	46 „	5	Bds. r = 8,2	
6	17 „	r. 6. l. 7	Bds. r = 8,4	
7	11 „	8	R. r = 8,5 L. r = 8,6	
			II. Myopie.	
1	21 Jahre	13	8,4	
2	36 „	20	R. 8,3 L. 8,5	
3	46 „	R. 19 L. 21	8,25	
4	63 „	R. 9 L. 10	R. 8 L. 8,25	
5	23 „	L. 4,5	L. 7,9	Das rechte Auge Hp.0,5 D. r = 8,0.
6	50 „	R. 7 L. 6	8,0	
7	26 „	R. 10 L. 18	R. 8 L. 7,5	As von 2,5 D beiderseits.
8	40 „	R. 15 L. 18	R. 8 L. 8,25	
9	41 „	20	R. 8,1 L. 7,7	As von 2 resp. 4 D.
10	?	R. 14 L. 16	R. 8,1 L. 7,8	
11	12 „	5,5	7,9	
12	35 „	18	R. 8,1 L. 8,2	
13	11 „	R. 5 L. 6	R. 8,1 L. 8,2	
14	30 „	16	8,2	As von 1,5 D beiderseits.
15	15 „	11	R. 8,2 L. 8,1	
16	16 „	R. 8 L. 9	R. 7,8 L. 7,85	

Diese Messungen bestätigen vollkommen den von Donders ausgesprochenen Satz, dass der Krümmungsradius der Cornea bei extremer Ametropie keine auffallenden Werthe darbietet, wenigstens keine solchen, die nicht auch bei emmetropischen Augen vorkommen könnten. Bei excessiver Myopie ist nach Donders sogar ein grosser Hornhautradius die Regel; in unserer Tabelle finden sich 17 Augen verzeichnet, deren Myopie mehr als 12 Dioptrien betrug; unter diesen gab es nur 4 Augen, deren r kleiner als 8,1 war. Zugleich verdient bemerkt zu werden, dass sich die stark myopischen Augen durch Mangel an Hornhautastigmatismus auszeichnen. Sehr selten findet sich bei ihnen eine Differenz von mehr als 1,5 Dioptrien und sehr selten gelingt es darum, die in der Regel mangelhafte Sehschärfe durch Hinzufügung von Cylindergläsern zu den Concavgläsern zu verbessern. Andrerseits zeigten die stark hypermetropischen Augen Radien von 8,1—8,6; dagegen lieferte ein Auge mit Hp. von 9 D. einen relativ kleinen Werth (7,5 Mm.). Es ist in der That überraschend, nach einander zwei Individuen zu untersuchen, deren Augen eine Refractionsdifferenz von 30 D. darbieten und die gleichwohl dieselbe Hornhautkrümmug zeigen können.

II. Keratoconus.

In den 6 Fällen von Keratoconus, welche ich ophthalmometrisch zu untersuchen Gelegenheit hatte, und von denen 4 doppelseitig waren, hat sich das bemerkenswerthe Resultat ergeben, dass in allen Augen ausser der Ectasie der Cornea, welche Radien bis zu 6 Mm. lieferte, ein hochgradiger regelmässiger Astigmatismus nachweislich war, dessen Correction die Sehschärfe wesentlich besserte. Die Grade desselben waren resp. 5, 5,5, 6, 7, 8 und 15 D.; die Hauptaxen genau vertical, resp. horizontal, der verticale Meridian in 5 Fällen der stärker, in 1 Fall der

schwächer gekrümmte. Die Besserung der gewöhnlich sehr stark herabgesetzten Sehschärfe war, wie erwähnt, sehr ansehnlich, z. B. von S. = $^1/_{20}$ auf S. = $^1/_8$, ja in einem Falle von As = 15 D. wurde S. auf das Vierfache gehoben.

Diese Coincidenz von Keratoconus mit starkem regulärem As ist bisher nicht bekannt gewesen; nur Javal erwähnt in seiner jüngsten Publication (Troisième Contribution à l'Ophthalmométrie, Annales d'Oculistique t. 89, p. 14) einen Fall von Keratoconus, bei welchem durch einen Cylinder von 5 D. eine namhafte Verbesserung des Sehvermögens erzielt wurde. Mauthner sagt (Optische Fehler des Auges, Wien 1876, pag. 788) ausdrücklich: „beim Keratoconus ist selbst im Beginne des Leidens durch cylindrische Gläser wenig oder Nichts zu erreichen.“ Da bei unseren Kranken der bedeutende Astigmatismus niemals fehlte, so müssen wir ihn, wenn nicht für einen constanten, so doch sehr häufigen Begleiter des Keratoconus halten. Wenn diese Thatsache bisher der Beobachtung entgangen ist, so liegt der Grund wohl darin, dass man den betreffenden Kranken schwache Cylindergläser vorgehalten hat, die natürlich keine nennenswerthe Wirkung ausübten. Man muss hier die Prüfung mit den stärksten der üblichen Cylinderlinsen beginnen, und man wird in der Regel eine sehr erhebliche Verbesserung constatiren. Beginnt man die Untersuchung mit der ophthalmometrischen Prüfung, so ist jeder Irrthum ausgeschlossen.

Bei den sehr unbefriedigenden Erfolgen, welche die bisher geübten Operationsmethoden bei Keratoconus aufzuweisen haben und der Schwierigkeit, den Kranken die in einzelnen Fällen allerdings nützlichen hyperbolischen Gläser zu verschaffen, dürfte die Thatsache, dass durch starke Cylindergläser in fast allen Fällen palliative Hülfe gebracht werden kann, nicht ohne praktische Bedeutung sein.

In welchem Zusammenhange der hochgradige Astigmatismus mit der konischen Ectasie steht, lässt sich nicht mit Bestimmtheit angeben. Wahrscheinlich spielt der Lidruck, dessen Einfluss auf die Gestalt der Hornhaut schon im normalen Auge ein erheblicher ist, hier eine hervorragende Rolle, und übt er an der verdünnten, wenig resistenten und in der Mitte zugespitzten Cornea viel stärkere Wirkungen als bei normaler Dicke und Widerstandsfähigkeit der Membran. Der Lidruck allein kann aber die Erscheinung nicht in allen Fällen erklären: er vermag die Cornea im verticalen Meridian stärker zu krümmen und im horizontalen abzuflachen, wie wir oben bei dem Versuche mit dem Zuge am Oberlid gesehen haben. In dem Falle von ganz excessivem Astigmatismus von 15 D. aber war der verticale Meridian der flachere: es müssen hier also noch andere unbekannte Factoren mitwirken.

Im Gegensatze zum Keratoconus haben wir in einem Falle von Buphthalmos, welcher am rechten Auge eines zweijährigen Kindes beobachtet wurde, bei einer Hornhautbasis von 14 Mm. einen grossen Hornhautradius von 8,6 Mm., aber keinen Astigmatismus gefunden. Das linke Auge war gesund und hatte einen Hornhautradius von 8 Mm. In einem anderen Falle von colossalem Buphthalmos wurde sogar ein Hornhautradius von 10 Mm. constatirt.

III. Glaucom.

Wohl bei keinem krankhaften Zustande des Auges ist die genaue Kenntniss der Hornhautform von grösserer Wichtigkeit als beim Glaucom. A priori sollte man meinen, dass die colossale Erhöhung des Binnendruckes, wie wir sie in vielen Fällen von Glaucom beobachten, nicht Platz greifen könne, ohne die Krümmung der Cornea

zu verändern. Helmholtz hat in seiner ersten Veröffentlichung über das Ophthalmometer*) die Vermuthung ausgesprochen, dass bei zunehmendem intraocularen Drucke die Hornhaut in ihrer Form sich der Kugelgestalt des Bulbus durch allmähliche Verstreichung des sclerocornealen Falzes nähern und demnach sich abflachen dürfte. Schelske's**) experimentelle Untersuchungen an Thieraugen haben diese Annahme, wenigstens innerhalb gewisser Grenzen, bestätigt. Seitdem hat man sich der Annahme zugeneigt, dass die Hornhaut im Glaucom flacher werde.

Die ophthalmometrischen Messungen glaucomatöser Hornhäute, welche von Donders, Coccius und Mauthner ausgeführt wurden, haben indess keine auffallend grossen Hornhautradien auffinden lassen; Donders will jedoch aus diesen Befunden keinen positiven Schluss ziehen, weil die Messung in Folge ungenauer Fixation keine hinreichend zuverlässigen Resultate geben konnte. So ist denn die Frage nach der Form der Hornhaut im Glaucom noch eine offene und der erneuten Prüfung werth.

Was zunächst die Abflachung der Cornea bei plötzlich stark erhöhter Spannung betrifft, so habe ich mich von derselben am ausgeschnittenen todten Schweinsauge mittelst des Ophthalmometers leicht überzeugen können. Das frische todte Schweinsauge zeigt im Vergleich zum menschlichen Auge grosse Hornhautradien, 8,5—9,5 Mm., und in der Regel einen Hornhautastigmatismus von 1,5—2 D. der Art, dass der Meridian, welcher dem längeren Durchmesser des Hornhautovals entspricht, der schwächer gekrümmte ist. Erhöht man den intraocularen Druck durch Einspritzung von Wasser in den Glaskörperraum, so dass der Bulbus sich ganz prall anfühlt, so zeigt die Untersuchung,

*) Arch. f. Ophthalm. Bd. I. 2, p. 17.
**) Arch. f. Ophthalm. Bd. X. 2, p. 1—46.

dass die Cornea sich erheblich abgeflacht hat; der Krümmungsradius im Centrum hat um 0,3—0,5 Mm. zugenommen; zugleich hat eine messbare Vergrösserung der Hornhaut in allen ihren Durchmessern stattgefunden, sie ist, wie sich erwarten lässt, nach der Peripherie hin gedehnt worden — ein Verhalten, auf welches ich an einer anderen Stelle *) hingewiesen habe. Hinreichend frische Augen aus menschlichen Leichen standen mir nicht zu Gebote, so dass ich aus eigener Erfahrung über ihre Reaction gegenüber der plötzlichen maximalen Druckerhöhung nichts Sicheres auszusagen vermag. Doch giebt schon Helmholtz **) an, dass unter diesen Umständen die Hornhaut sich abflacht.

Es ist indessen klar, dass zwischen dieser urplötzlichen Drucksteigerung und der selbst in acuten pathologischen Fällen viel allmählicheren ein Unterschied obwaltet, und dass von den Wirkungen der gewaltsamen Spannungserhöhung nicht ohne Weiteres auf das Verhalten im Glaucom geschlossen werden darf. Die directe Beobachtung lehrt, dass diese Reserve wohl begründet ist.

Eine Anzahl von Fällen von abgelaufenem Glaucom, meistens acuten Formen, konnte ophthalmometrisch untersucht werden, weil die Hornhaut noch ziemlich scharfe Reflexbilder lieferte. Die Hornhautradien schwankten zwischen 8,1 und 8,3 Mm., fielen also noch in die physiologische Breite. Lehrreicher und beweiskräftiger scheinen mir jedoch die durch eine Reihe von Monaten fortgesetzten Beobachtungen an Augen, welche am Anfangsstadium des chronischen Glaucoms und an dem sogenannten Prodromalglaucom litten. Als Beispiel führe ich eine 50jährige Frau an, welche vor Jahren wegen acuten Glaucoms auf dem linken Auge iridectomirt worden war uud auf dem

*) Centralblatt d. med. Wissensch. 1872, No. 37.
**) Arch. f. Ophthalm. I. 2, p. 16.

rechten Auge seit längerer Zeit an periodischem Farbensehen und zeitweise an Druckerhöhung und Arterienpulsation leidet. Das rechte Auge hatte beim Beginn der Erkrankung eine Hp. von 2 D., im Laufe von 2—3 Jahren hat dieselbe allmählich sich auf 3 D. und innerhalb der letzten 4 Monate auf 4 D. erhöht. Während die Refraction um mindestens eine Dioptrie abgenommen, hat sich die Krümmung der Hornhaut nicht verändert — wenn ein geringer Unterschied eingetreten ist, so war er eher im Sinne einer Krümmungsvermehrung zu deuten. — Oft wiederholte und mannichfach controlirte Messungen haben bei dieser vortrefflich fixirenden Patientin immer das nämliche Resultat ergeben, und ich halte mich in Folge dessen zu dem Schlusse berechtigt, dass die Hornhaut an der Refractionsherabsetzung keinen Antheil hatte. — Ein gleiches negatives Resultat lieferte die längere Beobachtung eines an beiderseitigem Glaucoma chronicum mit subacuten Anfällen leidenden jüngeren Mannes, welchen ich zwei Monate lang auf meiner Abtheilung beobachten konnte und schliesslich iridectomirte. Seine Hornhäute wurden wiederholt in den freien Intervallen und während der Anfälle gemessen: eine irgend nennenswerthe Differenz konnte niemals aufgefunden werden. Ebenso wenig bei einem 69jährigen Manne mit chronischem Glaucom, bei welchem trotz einer correcten Iridectomie noch hier und da acute Anfälle auftreten. Auch konnte oft constatirt werden, dass die Entspannung glaucomatöser Augen durch Physostigmin ohne Einfluss auf die Gestalt der Hornhaut geblieben war.

Im Anschluss an diese Beobachtungen möchte ich eine Erscheinung erwähnen, welche mit der Frage nach dem Antheil der Cornea an den Veränderungen beim Glaucom in Zusammenhang steht, nämlich die nach erfolgreichen Glaucomiridectomien nachweisliche Refractionserhöhung, auf welche ich in einem Vortrage auf dem

internationalen medicinischen Congress in London*) im Jahre 1881 aufmerksam gemacht habe.

Schon A. v. Graefe**) war es aufgefallen, dass zwei seiner an Glaucom operirten Kranken nach der Iridectomie einen höheren Refractionszustand darboten, als vorher. Sie sahen mit einem starken Convexglase eine grosse Druckschrift mehrere Zoll weniger weit, als vorher, obwohl die Sehschärfe durch die Operation erheblich gebessert worden war. Es muss sich in diesen beiden Fällen um acute Glaucome gehandelt haben; denn A. von Graefe bemerkt, dass beweisende Fälle sehr selten sind, weil die Trübung der Medien uns verhindert, exacte optometrische Resultate zu erhalten. In seinen späteren Arbeiten erwähnt indess der Schöpfer der Glaucomlehre diese Thatsache nicht weiter, und von anderer Seite ist sie meines Wissens nicht beachtet worden. Ich bin nun auf Grund meiner Beobachtungen zu dem Resultate gelangt, dass sie eine constante Erscheinung ist und in den zur Untersuchung geeigneten Fällen niemals vermisst wird.

Meine Erfahrungen beziehen sich auf 12 Augen von 11 Kranken, die mit verschiedenen Formen des Glaucoms behaftet waren. Es sind unter ihnen das sog. Prodromalstadium, das acute Glaucom, das chronische mit subacuten Anfällen, das Glaucoma simplex und das Secundärglaucom in Folge von Pupillarverschluss vertreten. Die Zahl der Fälle hätte grösser sein können, wenn nicht diejenigen ausgeschlossen worden wären, in denen eine genaue Feststellung der Refraction vor und nach der Operation auf grosse Schwierigkeiten gestossen wäre. In der That sind nur diejenigen Fälle zu verwerthen, bei denen das Seh-

---

*) Transactions of the International Med. Congress. Vol. III. pag. 83.

**) Arch. f. Ophth. IV. 2, p. 140.

vermögen noch ein hinreichend gutes ist, und welche man lange Zeit hindurch in Beobachtung behalten kann. Am geeignetsten sind die Kranken, welche bereits ein Auge durch Glaucom verloren haben und den Ausbruch der Krankheit auf dem zweiten Auge erwarten. Die Hälfte meiner Patienten befand sich in dieser Lage.

Die folgende Tabelle III, welche ich seiner Zeit dem Londoner Congress vorgelegt habe, die aber bisher nicht publicirt worden ist, gibt über die Form und Dauer des Glaucoms, sowie über die Grösse der Refractionsdifferenz und die Beobachtungsdauer näheren Aufschluss. Bei denjenigen Kranken, die ich seitdem wiedergesehen habe, ist die Angabe über die Beobachtungszeit in entsprechender Weise modificirt worden.

Man sieht, dass die Grösse des Refractionsunterschiedes von 0,75 D. in einem Meridian bis zu 4 D. variirte. Die geringsten Differenzen zeigen die Prodromalglaucome, aber grade diese sind der guten Sehschärfe und der langen Beobachtungsdauer wegen ganz besonders beweiskräftig. Beim Glaucoma simplex, welches längere Zeit bestand, findet sich schon eine etwas höhere Differenz und am bedeutendsten ist sie bei den acuten Formen; hier ist sie so evident, dass sie weit jenseits der Grenzen der möglichen Beobachtungsfehler liegt. Der vorher vorhanden gewesene Refractionszustand scheint für das Zustandekommen der Erscheinung ohne Bedeutung zu sein; eine vorher bestandene Hypermetropie wird eben vermindert, eine Myopie erhöht, ein hypermetropischer Astigmatismus in einen niederen oder in einen myopischen umgewandelt. Die Grösse der Differenz scheint dagegen abzuhängen von der Intensität und Dauer der glaucomatösen Drucksteigerung. Die hohen Werthe (Fall 4 u. 6) betrafen nämlich Fälle, in denen das acute Glaucom wochenlang bestanden hatte und die Operation spät, wie wohl noch mit gutem Erfolge, ausgeführt worden war. — Die lange Zeit der Beobachtung

Tabelle III. Refractionsveränderungen nach der Iridectomie bei Glaucom.

No.	Geschlecht	Alter	R. oder L.	Form des Glaucoms	Dauer der Krankheit	Refraction vor der Operation	Refraction nach der Operation	Dauer der Beobachtung	Bemerkungen.
1	M.	40 Jahre	R.	Glaucoma chronicum mit subacuten Anfällen	3 Jahre	M. 0,75 D.	M. 2 D.	7 Jahre	Das linke Auge noch gesund.
2	F.	40 Jahre	R.	Prodromalstadium	2½ Jahre	As hyp. 1 D. Axe vertikal	As myop. 1,5 D. Axe schief in der Richtung d. Coloboms	3 Jahre	L. A. vor 7 Jahren an acutem Glaucom operirt.
3	M.	41 Jahre	R.	Prodromalstadium	6 Jahre	As myop. 0,75 D. Axe horizontal	M. 0,75	3½ Jahre	
4	F.	58 Jahre	R.	Glaucoma acutum	14 Tage	As hyp. 1 D. Axe vertikal	M. 4 D.	5 Monate	L. A. vor 3 Jahren an acutem Glaucom erblindet.
5	F.	64 Jahre	L.	Glaucoma acutum	6 Wochen	M. 1 D.	M. 2 D.	16 Monate	Das r. A. vor 7 Jahren an Glaucom erblindet
6	F.	72 Jahre	R. u. L.	Glaucoma acutum beider Augen	4 Wochen resp. 14 Tage	Wahrscheinl. Em. Gebrauchte starke Convexgläser zum Lesen	Bds. M. 2 D., liest ohne Brille	2¾ Jahre	
7	F.	53 Jahre	R.	Glaucoma simplex	1 Jahr	Hyp. 2,5 D.	Hyp. 1,5	1½ Jahre	L. A. gesund.
8	M.	44 Jahre	L.	Glaucoma simplex	7 Monate	Hyp. manifest 1 D.	As hyp. 0,75 D. Axe d. Glases v. + 0,75 Sph.	10 Monate	
9	M.	46 Jahre	L.	Glaucoma simplex	?	Hyp. manifest 5,5 D.	Hyp. 3,5 D + As 1,25, Axe h.	6 Monate	Das andere Auge erblindet.
10	M.	29 Jahre	L.	Secundärglaucom in Folge von hinteren Synechien	6 Wochen	Em.	As myop. 1,5, Axe vertikal	14 Monate	Das r. A. stark amblyopisch.
11	M.	55 Jahre	L.	Secundärglaucom in Folge von hinteren Synechien	3 Wochen	Myop. 4 D.	Myop. 6 D. + As myop. 1,50, Axe h.	2½ Jahre	Das r. A. durch Secundär-Glaucom

vieler Fälle lehrt, dass die Refractionserhöhung dauernd war und als bleibend angesehen werden muss, und von den vorübergehenden Refractionsveränderungen, welche der Wundastigmatismus bedingt, vollständig zu unterscheiden ist. Da sie nach Iridectomien aus anderen Ursachen nicht gefunden wird, so sind wir berechtigt, sie als eine dem Glaucom eigenthümliche Erscheinung anzusprechen.

Auf welchem Wege kommt nun diese künstliche Myopie zu Stande? Sehen wir von der sehr problematischen Veränderung des Brechungsindex der Medien ab, so kann man sie sich auf vier verschiedene Arten entstanden denken, nämlich

1. Durch die Verlängerung der Axe am hinteren Pol.
2. Durch ein Vorrücken der Linse.
3. Durch eine stärkere Krümmung der Linse.
4. Durch eine stärkere Krümmung der Hornhaut.

Jedes dieser Momente könnte für sich allein oder in Verbindung mit den anderen die fragliche Erscheinung zu Wege bringen.

Die ersten beiden Factoren können wir ohne Weiteres eliminiren. Von einer Ausdehnung des Bulbus am hinteren Pole kann keine Rede sein; es handelt sich hier um geheilte Glaucome; wenn der vorher erhöht gewesene Binnendruck nicht zu einer Ectasie am hinteren Bulbusumfange geführt hat, so wird es im Stadium der Druckverminderung erst recht nicht zu einer solchen kommen können. Auch das Vorrücken der Krystalllinse kann nicht in Betracht fallen; ihm widerspricht die klinische Thatsache, dass nach erfolgreicher Iridectomie die vordere Kammer an Tiefe zunimmt. Es bleiben also nur die beiden letzten Möglichkeiten übrig. Schon in dem oben erwähnten Vortrage habe ich mich aus Gründen der Wahrscheinlichkeit dahin ausgesprochen, dass es nicht eine Krümmungsveränderung der Cornea, sondern der Linse sein müsse, welche die erworbene Myopie bedingt. Jetzt, nachdem durch ophthal-

metrische Messungen bewiesen ist, dass die Cornea im Verlaufe des Glaucoms ihre Form nicht ändert, ist diese Annahme nahezu zur Gewissheit geworden. Die Myopie nach der Glaucomiridectomie hat demnach dieselbe Ursache, wie die Myopie, welche wir im Beginn der Cataractbildung so häufig beobachten, und wie die Kurzsichtigkeit, die bei essentieller Phthise und bei idiopathischen Glaskörperblutungen zuweilen in sehr hohem Grade vorgefunden wird — von der u. A. Nieden *) ein neues eclatantes Beispiel mitgetheilt hat. —

Ist diese Schlussfolgerung aber richtig, so wird unser Augenmerk auf die Zonula Zinnii und ihre Nachbarschaft, als auf den Sitz pathologischer Veränderungen im Glaucom hingelenkt; denn eine Vermehrung der Linsenkrümmung ist ohne Aenderung der Spannung der Zonula nicht denkbar. Man muss sich daher wohl vorstellen, dass die im Verlaufe des Glaucoms zuweilen zu beobachtende Refractionsverminderung von einer zu starken Spannung, die nach der Iridectomie eintretende Refractionserhöhung von einer Erschlaffung der Zonula herrührt. Unterstützt wird diese Auffassung durch die neueren anatomischen Untersuchungen, besonders die von Priestley Smith, welche eine Verengerung des circumlentalen Raumes durch genaue Messungen festgestellt haben und diesem, wie es scheint, im glaucomatösen Auge constanten Befunde eine grosse Bedeutung vindiciren.

IV. Andere pathologische Affectionen und Bildungsfehler.

Es wurden einige Fälle von einseitigen, frischen und älteren Augenmuskellähmungen untersucht, Paralysen des Trochlearis, des Abducens, Facialis und des Musculus

*) Bericht über die Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft zu Heidelberg 1882. p. 11.

ciliaris; es wurden jedoch keine nennenswerthen Differenzen in der Krümmung der Hornhaut zwischen der kranken und der gesunden Seite gefunden. In einem Falle von Keratitis parenchymatosa, welcher einen 16 jährigen jungen Mann betraf, dessen Augen vor der Erkrankung emmetropisch gewesen waren, zeigte sich ein Jahr später, nachdem die Trübungen nahezu vollständig zurückgegangen waren, beiderseits ein As myopicus von 1,5 resp. 2 D. mit stärkerbrechendem, horizontalen Meridian.

Bei einem Kranken mit beiderseitigem angeborenen Coloboma iridis et chorioideae nach unten und innen fand sich jederseits ein As von 1—1,5 D., dessen Hauptmeridiane der Richtung des Coloboms der Iris entsprachen. Doch glaube ich hierauf keinen Werth legen zu dürfen; denn in einem anderen Falle von einseitigem Coloboma iridis fand sich zwischen der Hornhaut der kranken und gesunden Seite kein wesentlicher Unterschied. Dagegen verdient vielleicht als nicht zufällige Coincidenz bemerkt zu werden, dass in einem Falle von beiderseitigem Schichtstaar beiderseits ein As von 3 D. (mit stärker gekrümmtem verticalen Meridian) bestand, welcher auch nach der Verrichtung einer schmalen Iridectomie persistirte, und dass bei einem Kranken mit Cataracta mollis congenita des rechten Auges ein As von 2 D. nachweislich war, während das gesunde linke Auge nur einen minimalen Astigmatismus darbot.

In mehreren Fällen von Iritis plastica und in einem Falle von Iritis tuberculosa wurde während einer längeren Beobachtungszeit keine Veränderung des Hornhautradius gefunden; dagegen liess sich in einem Falle von sogenannter ritis serosa allerdings während des Verlaufs der Krankheit eine Veränderung der Hornhautkrümmung nachweisen. Dieser Fall betraf ein junges Mädchen, dessen linkes Auge eine intensive entzündliche Affection des Tractus uvealis mit zahlreichen Beschlägen auf der Descemet'schen Mem-

bran und starken Glaskörpertrübungen darbot, während das rechte Auge gesund blieb. Die erste Untersuchung fand 14 Tage nach Beginn der Erkrankung statt. In den nächsten vier Wochen trat eine allmählich zunehmende Abflachung des horizontalen Meridians ein (bis zum Werthe von 1,5 D.), der verticale Meridian blieb unverändert. In den folgenden 3—4 Wochen ging diese Abflachung wieder zurück; eine wesentliche Besserung der Affection war nicht eingetreten. — Bei dieser Gelegenheit sei daran erinnert, dass Pflüger *) und ich **) im Verlaufe der Iritis serosa schon früher erhebliche Refractionsvermehrungen beobachtet und beschrieben haben.

Die angegebenen Fälle stehen noch zu vereinzelt da, als dass man allgemeine Schlüsse aus ihnen ableiten könnte; doch scheinen sie mir als der Anfang einer Casuistik einiges Interesse zu bieten.

C. Operationen.

Unter den Operationen, welche die Krümmung der Hornhaut zu verändern im Stande sind, kommt zunächst

I. die Staarextraction

in Betracht. Es ist nicht leicht, über die Wirkungsweise derselben völlig in's Klare zu kommen. Um dieselbe festzustellen, wäre es nöthig, eine grosse Anzahl cataractöser Augen vor der Operation ophthalmometrisch zu untersuchen, alsdann die nämlichen Augen kurze Zeit nach der Operation wieder zu messen, die Messung in anfangs kürzeren, später längeren Intervallen zu wiederholen und endlich eine Hornhautmessung nach Ablauf von mindestens einem Jahre vorzunehmen. Nur wenn diese Bedingungen

*) Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. XIII. p. 108.

**) Nagel's Jahresbericht VI. Jahrg. p. 251.

erfüllt wären, könnte man den Einfluss der Operation und die etwaigen Gestaltveränderungen schrittweise verfolgen und das definitive Ergebniss mit Sicherheit feststellen. Schon das erste Erforderniss ist schwer zu erfüllen. Nur bei einem Theil der cataractösen Augen ist die ophthalmometrische Untersuchung mit einiger Aussicht auf Erfolg durchzuführen, nämlich nur bei denjenigen Kranken, welche sich noch auf dem zweiten Auge eines hinreichend guten Sehvermögens erfreuen, um mit demselben gut fixiren zu können; dann kann man das cataractöse Auge noch leidlich während der Messung feststellen und ein ziemlich befriedigendes Resultat erreichen. In einem kleinen Theil unserer Fälle ist uns das auch gelungen. — Nach der Operation wird man aus naheliegenden Gründen in den ersten 8—9 Tagen auf die Untersuchung verzichten müssen; gerade in dieser Periode finden aber höchst wahrscheinlich die stärksten Veränderungen statt. — In der Zeit nach der Entlassung der Kranken aus der Anstalt wird die Untersuchungsreihe nothwendig häufig lückenhaft sein, da man einen grossen Theil der auswärtigen Staaroperirten aus dem Gesichte verliert und besonders nach langer Zeit nicht mehr wiedersieht. Diese Umstände erklären wohl zur Genüge, dass unsere Tabelle, obwohl sie eine ziemlich grosse Zahl von Fällen enthält, doch auf viele Fragen nur unvollständige Auskunft zu geben vermag. — Immerhin können einige Ergebnisse als feststehend angesehen werden.

Tabelle IV.

Veränderungen der Hornhautkrümmung nach der Cataract-Extracti

No.	Geschlecht und Seite	Alter Jahre	Erste Untersuchung nach	Ast. D.	Letzte Untersuchung nach	Ast. D.	Bemerkunge
1	M. R.	72	7 Wochen	1,5 reg.	13 Wochen	1,0	
2	M. L.	72	2¾ Jahren	1,75 „	vacat	1,75	
3	F. R.	16	9 Monaten	0,75 „	14 Monaten	0,75 reg.	
4	F. L.	16	8 „	3,5 irreg.	14 „	0,75 irreg.	Zwischen dem 9. und nate nach der Op noch eine sehr stark derung.
5	M. R.	65	19 Tagen	1,5 reg.	vacat		
6	F. R.	60	20 „	5,0 „	vacat		
7	M. L.	60	21 „	1,5 „	vacat		
8	M. R.	65	60 „	3,5 „	vacat		
9	F. L.	60	14 „	4,0 „	10 Wochen	0,5 irreg.	Ast. sank allmälig 1,5, 1 D und verw sich schliesslich v. entgegengesetzte
10	F. L.	30	8 „	3,0 „	16 Tagen	2,0	Vor der Operation Ast
11	F. L.	62	8 Monaten	3,5 „	vacat		
12	M. L.	55	8 „	3,0 „	vacat		
13	M. L.	70	2¼ Jahren	1,0 „	vacat		
14	M. L.	78	8 Monaten	3,0 „	vacat		
15	F. L.	70	20 Tagen	2,0 irreg.	90 Tagen	2,75 irreg.	Vor der Operation A irregulär.
16	F. R.	60	4 Jahren	1,5 „	vacat		
17	M. L.	75	4 „	6,0 „	vacat		Sehr starke Verziehu Pupille nach oben.
18	F. R.	60	14 Tagen	3,5 reg.	21 Tagen	2,5 reg.	
19	F. R.	59	12 „	6—7 „	42 „	7,0 „	Vor der Operation ke Kein Grund ersicht den enormen Ast. Wundbeschaffenhei
20	F. R.	60	17 „	3,5 „	21 „	3,0 „	
21	M. L.	65	12 „	2,25 „	90 „	0	Ast. verschwunden.
22	F. L.	52	10 „	7,0 „	35 „	4,5	
23	M. L.	67	9 „	6,0 „	20 „	5—6,0 reg.	Extraction nach unte
24	F. R.	41	11 „	2,0 „	19 „	1,5 reg.	
25	F. L.	57	9 „	4,5 „	75 „	2,5 „	
26	F. R.	50	3 Monaten	1,8 „	vacat		
27	M. R.	66	2 Jahren	0,75 irreg.	vacat		
28	M. R.	67	14 Tagen	3,0 reg.	21 Tagen	3,0 „	
29	F. L.	45	12 „	1,5 „	20 „	1,0 „	Vor der Operation Ast irreg. constatirt also renz = 3,0 D.
	M. R.	62	6 Jahren	1,25 „	vacat		

und Seite	Alter Jahre	Erste Untersuchung nach	Ast. D.	Letzte Untersuchung nach	Ast. D.	Bemerkungen.
L.	57	16 Jahren	2,5 reg.	vacat		Nach unten extrahirt.
L.	55	16 Tagen	2,0 „	5 Monaten	0,75 reg.	
L.	25	3 Jahren	4,0 „	vacat		Nach unten extrahirt.
R.	65	13 Tagen	16,0 „	25 Tagen	15,0 reg.	Glaskörpervorfall während der Operation, unregelmässige Wundheilung.
L.	66	18 „	7,0 „	22 „	6,0 reg.	
L.	60	18 „	5,5 „			
L.	54	11 „	6,0 „	18 „	4,5 „	
L.	63	13 „	6,0 „	21 „	5,5 „	

Anmerkung. Die Bezeichnung regulär in dieser Tabelle bedeutet, dass der cale Meridian nach der Operation der flacher gekrümmte ist.

Es ergiebt sich zunächst, dass bei den innerhalb der ersten 14 Tage nach der Operation Untersuchten ausnahmslos ein ansehnlicher, meist ein sehr starker As gefunden ward. Derselbe betrug im Minimum 1,5—2,0 D., gewöhnlich war er viel stärker, nämlich 3—4 D., auch Grade von 6—7 D. fanden sich nicht selten, ja in einem Falle (No. 34) von allerdings irregulärer Wundheilung sogar ein As von 16 D. Der verticale Meridian war in den untersuchten Fällen stets der der geringeren Krümmung. Fall 19 und 29, welche vor der Operation untersucht werden konnten, beweisen, dass der As in der That erst nach der Operation entstanden war. Warum in dem einen Falle ein geringer, in dem andern sich ein sehr starker Astigmatismus entwickelt, ist nicht immer verständlich gewesen. Es liegt nahe, die Grösse der Wunde und die Art der Wundheilung mit dem Grade des Astigmatismus in Zusammenhang zu bringen. Auch an den Einfluss des Alters und den von diesem abhängigen Elasticitätsgrad des Hornhautgewebes könnte man denken. Es fanden sich aber Fälle von hochgradigem As bis 7 D. bei absolut

normalen Wundverhältnissen; es müssen also hier noch andere unbekannte Factoren mitspielen.

Die Untersuchung nach Ablauf der 2. Woche bis etwa zum 25. Tage ergiebt immer noch ansehnliche, wiewohl weniger hohe Astigmatismusgrade. In dieser Periode wurden auch Fälle von As gefunden, bei denen der verticale Meridian der stärker gekrümmte war. Fall 15 beweist, dass dieser irreguläre As ebenfalls in Folge der Operation entstehen, resp. sich vergrössern kann — auf welchem Wege ist absolut unerklärlich. — Die Fälle, welche längere Zeit hindurch verfolgt werden konnten, lehrten, dass der Astigmatismus sich langsam bis etwa zum Ende des dritten Monats noch vermindert; die stärkeren Grade zeigen verhältnissmässig einen langsameren Rückgang als die mittleren. Ausnahmsweise wurde einmal bei einer jugendlichen Patientin (in Fall 4) noch eine stärkere Aenderung in einer viel späteren Periode, nämlich zwischen dem 9. und 14. Monate nach der Operation mit Sicherheit nachgewiesen. — In der Regel aber ändert sich nach dem 3.—4. Monate der Zustand nicht mehr und darf wohl als definitiv gelten.

Die Messung der Hornhäute von Augen, welche vor langer Zeit der Staaroperation unterworfen worden war, ergiebt nun, dass der As niemals oder fast niemals gänzlich verschwindet. Es bleibt gewöhnlich ein As mit flacherem verticalen Meridian zurück, welcher ansehnliche Grade erreichen kann, hier und da findet sich auch ein As mit stärker gekrümmtem verticalen Meridian. Die Fälle, in denen ein starker Astigmatismus persistirt, betrafen auch jugendliche Individuen.

Als Ursache des Astigmatismus ist ohne Zweifel die Continuitätstrennung der Gewebe am Hornhautrande anzusehen; die Wundränder legen sich nicht absolut genau aneinander, sondern der centrale Wundrand überragt ein wenig den nach der Peripherie gelegenen. Dass ein solches

Verhalten den Astigmatismus erklären kann, hat Leopold Weiss *) nachgewiesen. Es kommt wohl auch noch die Volumsvermehrung durch Imbibition der Wundränder, eine Art Quellung der Cornea in Betracht, welche wir nach Analogie des Verhaltens getrennter Hautstücke bei der Vereinigung per primam annehmen dürfen. Mit vorschreitender Heilung verschwindet die Imbibition, und der centrale Wundrand wird durch den Vernarbungsprocess an die Sclera herangezogen; demgemäss wird der Astigmatismus geringer, ohne jedoch ganz zu verschwinden. Ob die Extraction nach oben oder nach unten verrichtet worden, ist hierbei gleichgültig. — Dass diese Erklärung zutreffend ist, wird dadurch bewiesen, dass derselbe Astigmatismus nur in geringerem Grade, auch nach ber Iridectomie zu Stande kommt, wie ich in 4 Fällen nachweisen konnte.

Dagegen entziehen sich die seltenen Fälle von Astigmatismus mit stärkerer Krümmung des verticalen Meridians zur Zeit noch einer rationellen Erklärung.

Eine Berücksichtigung bei der Brillenverordnung verdient der Astigmatismus nur bei jugendlichen Individuen, und wenn er 2 Dioptrien überschreitet. In geringeren Graden darf er vernachlässigt werden; die Kranken corrigiren ihn zuweilen instinctiv, indem sie ihre starken Convexgläser ein wenig schief setzen.

II. Die Schieloperation.

Man sollte glauben, dass unter allen am Augapfel verrichteten Operationen keine einen grösseren Einfluss auf die Hornhautform äussern müsste, als die Tenotomie. Es liegt nahe anzunehmen, dass der starke Zug, welchen der verkürzte Muskel auf die Sclera und mittelbar durch

---

*) Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde Bd. VI. Abth. 1, p. 76—83.

diese auf die Cornea ausübt, letztere in horizontaler Richtung abflacht, und dass andererseits die Aufhebung des abnormen Muskelzuges eine Wirkung im entgegengesetzten Sinne hervorbringt. Von diesen Annahmen ausgehend, hat H. Knapp*) bereits vor mehr als 20 Jahren eine Anzahl schielender Augen ophthalmometrisch untersucht und sich dabei speciell die Frage vorgelegt, ob die damals statuirte Besserung des Sehvermögens nach der Schieloperation auf eine durch die Tenotomie bewirkte Aenderung der Hornhautform (Aufhebung eines vorher bestandenen Astigmatismus) zurückzuführen sei. Obwohl die Resultate nicht alle übereinstimmend waren — was sich durch den Mangel an scharfer Fixation bei schieloperirten (amblyopischen) Augen leicht erklärt — so gelangte Knapp doch zu der Anschauung, dass die Schieloperation keinen deutlichen Einfluss auf die Form der Hornhaut habe, und dass die supponirte Besserung der Sehschärfe andere Ursachen haben müsse. Die Frage nach diesen Ursachen wird heutzutage kaum mehr aufgeworfen, weil eine reiche Erfahrung gelehrt hat, dass die angebliche Besserung des Sehvermögens nach der Tenotomie auf einem Irrthume beruht; es handelt sich entweder um ungenaue Bestimmungen der Sehschärfe vor der Operation oder um eine nur durch die leichtere centrale Fixation vorgetäuschte Verbesserung. Was aber Knapp's Schlussfolgerungen aus den ophthalmometrischen Beobachtungen betrifft, so kann ich dieselben vollauf und gestützt auf völlig zuverlässige Untersuchungen bestätigen und noch bestimmter formuliren: Die Schieloperation lässt die Hornhaut wesentlich in derselben Wölbung zurück, welche sie vor der Operation hatte. Kleine Schwankungen im Werthe des Hornhautradius kommen zwar in den ersten Wochen nach der Operation vor und sind wahrscheinlich

*) Klin. Monatsbl. f. Augenh. 1863, p. 474—478.

auf den Vernarbungsprocess zu beziehen; von der Heilung eines etwa vorhanden gewesenen Astigmatismus kann aber keine Rede sein. Das definitive Resultat ist ein solches, dass sich eine irgend nennenswerthe Differenz überhaupt nicht findet.

Wir haben eine grosse Zahl schielender Augen vor und nach der Operation ophthalmometrisch untersucht, uns aber überzeugt, dass die Messung der Hornhaut des permanent schielenden Auges in Folge der Amblyopie und der schlechten Fixation desselben keine brauchbaren Werthe liefern kann. Aus diesem Grunde haben wir uns ausschliesslich an sehkräftige, völlig fixationsfähige Augen intelligenter Individuen gehalten, an denen die Tenotomie wegen hochgradigen Strabismus convergens des anderen Auges (als zweite complementäre Operation) verrichtet werden musste, nachdem die Rücklagerung des Internus am ersten Auge bereits ausgeführt worden war. Die nachfolgende Tabelle V umfasst nur solche Fälle von ausgiebigen Tenotomien des R. internus. Bezüglich der Methode sei bemerkt, dass die Conjunctiva vor der Ablösung der Muskelsehne in grossem Umfange gelüftet und nachher durch eine von oben nach unten angelegte Sutur wieder vereinigt worden ist.

Aus der Tabelle geht hervor, dass der unmittelbare Effect der Operation bezüglich der Hornhautform null ist; denn in den Fällen 1, 2 und 4, in denen die erste Untersuchung innerhalb 24 Stunden nach der Tenotomie vorgenommen wurde, liess sich so gut wie kein Unterschied nachweisen. In manchen Fällen bleibt dieser Zustand während der ganzen Heilungsdauer, so z. B. in Fall 4, welcher freilich nur 6 Tage lang verfolgt werden konnte, und in einem andern, der mehrere Wochen verfolgt werden konnte, aber nicht in die Tabelle aufgenommen worden ist, weil die Sehschärfe nur = $^1/_3$ war. In den meisten Fällen zeigen sich vom 3. bis 6. Tage, zuweilen auch noch später

Tabelle [illegible]

Verhalten der Hornhautkrümmung nach der [illegible]

No.	Geschlecht und Alter (Jahre)	Hornhautkrümmung vor der Operation	Hornhautkrümmung nach der Operation: Erste Untersuchung	Zweite Untersuchung	Dritte Untersuchung	Vierte Untersuchung	Fünfte Untersuchung	Letzte Untersuchung	Bemerkungen
1	M. 20	h = 21,1 v = 22	Nach 6 Stdn. h 21 v 22	Nach 2 Tagen h 21,4 v 21,6	Nach 14 Tgn. h [illegible] v 21,3	Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]		Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	[illegible]
2	W. 21	h = 18,75 v = 19,75	Nach 1 Stde. h 18,5 v 19,75	Nach 24 Stdn. h 18,6 v 19,8	Nach 48 Stdn. h 18,5 v [illegible]	Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	[illegible]
3	W. 35	h = 20,8 v = 22,4	Nach 2 Tagen h 20,8 v 22	Nach 5 Tagen h 21 v 22,2				Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	[illegible]
4	M. 19	h = 20,1 v = 20,6	Nach 24 Stdn. h 20 v 20,0	Nach 48 Stdn. h 20 v 20,0	Nach [illegible] Stdn. h 20 v 20,5			Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	[illegible]
5	W. 13	h = 20 v = 21,6	Nach 3 Tagen h 19,9 v 21,0	Nach 5 Tagen h 19,8 v 21,0	Nach 10 Tgn. h 20 v [illegible]	Nach [illegible] Tgn. h 20 v [illegible]		Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	[illegible]
6	W. 9	h = 19,25 v = 20	Nach 24 Stdn. h 19,1 v 20,2	Nach 2 Tagen h 19 v 20,1	Nach [illegible] Tagen h 19,8 v 21	Nach [illegible] Tagen h 19,8 v 21		Nach [illegible] Tgn. h [illegible] v [illegible]	[illegible]

Anmerkung. Die Zahlen bezeichnen die Grade des Ophthalmometers [illegible]. Jeder Grad entspricht einem Werthe von 0,16 Mm. Hornhautradius und von 1 Dioptrie der Brechkraft der Cornea.

Differenzen und zwar bald im Sinne der Abflachung, bald im Sinne der vermehrten Wölbung. Die letztere scheint häufiger vorzukommen und betrifft merkwürdigerweise öfter den verticalen Meridian. Immer aber sind die Unterschiede unerheblich und übersteigen den Werth von 1 D. der Brechkraft der Cornea niemals. Das definitive Resultat fällt daher verschieden aus, aber eine nennenswerthe Differenz gegen den Zustand vor der Operation kommt nicht zu Stande.

Im Anschluss an die Schieloperation seien hier die Beobachtungen erwähnt, welche wir bei Pterygien gemacht haben. Kleine Pterygien üben keinen Einfluss auf die Gestalt der Hornhaut aus; grössere scheinen einen abflachenden Effect auf den Meridian zu üben, welcher der Richtung ihres Zuges entspricht. Dies scheint aus zwei Fällen einseitigen Pterygiums hervorzugehen, bei denen das kranke Auge einen ansehnlichen As (2—3 D.) mit abgeflachtem horizontalen Meridian darbot, während das gesunde Auge nur einen sehr geringen Astigmatismus zeigte. In einem dieser beiden Fälle wurde das nach innen gelegene Flügelfell abgetragen; die Spannung der Hornhaut verschwand, der As ging auf 0,5 D. zurück und bot am 5. Tage, zur Zeit der Entlassung der Kranken, noch diesen geringen Werth. Als aber nach zwei Monaten die Patientin wieder untersucht wurde, ergab sich, dass der As wiederum so stark geworden war, wie vor der Abtragung, ohne dass das Flügelfell recidivirt wäre.

D. Verletzungen.

Dass erhebliche Verletzungen, zumal solche, welche Continuitätstrennungen der Gewebe des Augapfels bewirkten, nicht ohne Einfluss auf die Form der Hornhaut bleiben können, darf nicht überraschen. Wenn man bedenkt, dass die zufälligen Verletzungswunden durchschnittlich mehr

Quetschungen der Gewebe setzen, als die durch Operationen bewirkten und aus diesem Grunde fast nie so günstige Heilungsbedingungen darbieten, so ist man berechtigt zu erwarten, dass sie die Gestalt der Hornhaut energischer modificiren werden, als unsere künstlichen Operationswunden. Die Beobachtung von mehr als 20 Fällen verschiedenartiger Verletzungen hat diese Erwartung bestätigt.

Zunächst seien 3 Fälle frischer Stichverletzung erwähnt.

1. Fall. Stich mit einer Gabelzinke; perforirende Wunde der Sclera im verticalen Meridian, 4 Mm. nach unten vom Hornhautrande. Kurz nach der Verletzung As von 4 D. mit stärkerer Krümmung des verticalen Meridians — das andere Auge ist frei von As. — Nach 5 Wochen hat sich an der Stelle der Wunde eine nach innen eingezogene Narbe gebildet. Der As besteht fort.

2. Fall. Stich mit einer Heugabel im linken Auge eines Kindes. Kleine lineare perforirende Wunde der Sclera im horizontalen Meridian, 2 Mm. nach aussen vom Hornhautrande. Resultat: As 3 D. mit stärker gekrümmtem verticalen Meridian. 4 Wochen später derselbe As. Das rechte Auge hat einen As von 0,5 D.

3. Fall. Stichverletzung der Hornhaut durch einen Dorn, etwas oberhalb des horizontalen Meridians 2—3 Mm. vom inneren Hornhautrande entfernt. Cataracta traumatica. Resultat: As von 6 D., der verticale Meridian stärker gekrümmt. Das andere Auge hat einen regulären As von 1,5 D.

Obwohl in diesen drei Fällen die Lage der Stichwunde eine sehr verschiedene war, einmal in der Sclera nach unten das zweite Mal in der Sclera nach innen, das dritte Mal, in der Cornea nach innen, so war doch in allen das Resultat dasselbe, nämlich eine vermehrte Wöl-

bung des verticalen Meridians. Eine Erklärung dieser Erscheinung ist schwer zu geben.

Grosse und umfängliche Schnitt- oder Risswunden der Cornea führen natürlich zu erheblichen Formanomalien, meistens im Sinne starker Abflachung. Eine Schnittwunde der Hornhaut, welche 3 Mm. vom oberen Rande anfangend ungefähr im verticalen Meridian verlief, und sich nach unten weit in die Sclera hinein erstreckte, führte nach der Heilung zu einem enormen As von 8 D. mit sehr starker Abflachung des horizontalen Meridians, geringerer des verticalen Meridians. Der As blieb mehrere Monate lang unverändert. — In einem anderen Falle von Zerreissung der Cornea durch eine Porzellanscherbe, welche eine im innern unteren Drittel der Cornea verlaufende und weit in die Sclera sich erstreckende Wunde gesetzt hatte, zeigte sich nach der Heilung eine starke Abflachung in allen Meridianen; der Hornhautradius hatte Werthe von 9,1—9,5 Mm.; der verticale Meridian war der stärker abgeflachte. Zwei Fälle von Zerreissung der Sclera am oberen Sclerocornealrande in Folge von einer starken Contusion (Verletzung durch das Horn einer Kuh) mit Verlust der Linse und Abreissung der Iris hatten einen dauernden As von ca. 3 D. mit Abflachung des verticalen Meridians zur Folge, verhielten sich demnach ähnlich wie die an Cataract operirten Augen. Ein enormer Astigmatismus von mehr als 10 D. mit Abflachung des horizontalen Meridians wurde an einem Auge beobachtet, welches durch ein angeflogenes Holzstück eine perforirende Wunde am obern äusseren Hornhautrande erlitten, und bei dem ein stark prominirender Irisvorfall sich gebildet hatte. Bei grösseren linearen Schnittwunden scheint die Sache sich so zu gestalten, dass zunächst der auf der Richtung der Wunde senkrechte Meridian sich abflacht; später aber, wenn es nicht zur Staphylombildung kommt, in Folge der Vernarbung auch der der Wundrichtung entsprechende. So

sehen wir häufig an Augen, welche früher eine erhebliche Continuitätstrennung der Cornea erlitten hatten, die letztere in allen Richtungen auffallend abgeflacht.

Dagegen wird die Hornhaut durch einfache Contusionen des Bulbus (ohne Zerreissung) in ihrer Form wenig oder gar nicht verändert. In einem frischen Falle von Contusion mit Hyphaema fand sich am verletzten Auge ein regulärer Astigmatismus von 1,5 D. und am gesunden ein ebensolcher von 1 D. — In einem zweiten Fall von Contusion durch einen Pfeilschuss ergab die Messung ebenfalls einen um ein Weniges stärkeren Astigmatismus als am gesunden Auge, welcher sehr wohl präexistirt haben konnte. In einem dritten Falle von Contusion durch ein Holzstück, in welchem es zu Luxation der Linse nnd zu Druckvermehrung gekommen war, liess sich überhaupt keine Differenz der Hornhautradien, gegenüber denen des anderen Auges nachweisen. Es verdient das um so eher hervorgehoben zu werden, als Berlin*), die in solchen Fällen beobachteten schweren Sehstörungen hypothetisch auf einen vorübergehenden unregelmässigen Linsenastigmatismus zurückzuführen versucht.

Strassburg, November 1883.

---

*) Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. Jahrg. 1873. p. 63.

Histiologische Notizen.*)

Von

Dr. L. Königstein in Wien.

Hierzu Tafel I.

III.

Die Entwickelung der Cilien und der Meibom'schen Drüsen.

Unter meinen Präparaten befindet sich eine Anzahl von Schnitten durch die Lider von menschlichen Embryonen verschiedenen Alters, die in Bezug auf die Entwickelung und das Wachsthum der Cilien und der Meibom-schen Drüsen sehr lehrreichen Aufschluss geben und deren Befunde mir darum Interesse zu haben scheinen, weil sie eben am Menschen gemacht wurden, während ja, wie bekannt, die Entwickelungsgeschichte vorzüglich an Thieren studiert wird und auch die letzte grössere Arbeit über diesen Gegenstand von Ewetsky, der der Entwickelung der Lider und der in ihnen sich befindenden Organe besondere Aufmerksamkeit geschenkt, beinahe ausschliesslich an Rindsembryonen gemacht wurde.

Ich werde in der Weise vorgehen, dass ich die Präparate nach dem Alter der Embryonen, das ich, da mir die Länge derselben nicht immer bekannt war, mit dem

---

*) Dieses Archiv Bd. XXVII. 3.

Gewichte bezeichne, einfach beschreiben und wo es nothwendig, auf die beigegebenen Zeichnungen verweisen werde.

1.

Embryo von ungefähr 8 Cm. Länge und 25 Gramm im Gewicht.

Es wurden Frontalschnitte durch das ganze Auge gemacht. Die Lidspalte ist schon geschlossen, die Lider sind durch eine in Carmin stärker tingirte Linie begrenzt, welche von hohem Cylinderepithel umsäumt sind, das auf die äussere und innere Seite der Lider übergeht, aber daselbst als solches nur eine kurze Strecke verläuft. Zwischen den beiden Cylinderzellenreihen befinden sich mehrere Reihen kleiner Zellen, die zumeist eine rundliche Form haben und ebenfalls über die Lidspalte hinaus die Lidfläche, sowie die Cylinderzellen bekleiden, nur dass daselbst die äusserste Reihe aus flachen Zellen besteht. An der äusseren Berührungsstelle der Lider sieht man im vertikalen Durchschnitte einen dreieckigen Ausschnitt, so dass zwischen beiden Lidern daselbst eine Rinne entsteht. Das Epithel der Cornea und der Conjunctiva der Lider ist durch eine scharfe stark in Carmin tingirte Linie geschieden, der Raum zwischen denselben ist durch geronnene Flüssigkeit erfüllt. Das Lid besteht nicht mehr durchaus aus Zellen, sondern es lässt sich schon Faserung nachweisen und sind auch schon Muskelzellen zu erkennen. An einzelnen Schnitten sieht man am äusseren Ende der Lidnaht eine Vertiefung von rundlicher Form, woselbst das Cylinderepithel sich wie in eine Grube einsenkt. Diese Grube ist mit denselben Zellen wie die Lidspalte erfüllt, nur stehen sie hier gedrängter und erscheinen auch kleiner. In dieser Einstülpung erkennen wir die erste Anlage der Cilien.

Fig. 1 ist einem solchen Präparate entnommen, giebt aber nur die Lidnaht wieder.

2.

Embryo von 9 Cm. Länge und 37 Gr. im Gewichte.

Wir sehen an den Schnitten dieses Embryo die Lidnaht schmäler, das begrenzende Cylinderepithel stärker durch Carmin gefärbt als die zwischen demselben liegenden Zellen, diese wieder stärker zusammengedrängt und von mehr ovaler Form mit ihrer Längsachse quer zur Lidspalte stehend. Die Muskeln des Lides

sind schon deutlich ausgeprägt, leicht zu erkennen, weil sie die Carminfärbung besser annehmen und erstrecken sich bis an jene Stelle, wo die Meibom'schen Drüsen entstehen sollen. Aus der Grube, welche die Anlage der Cilie darstellte, ist ein solider Epithelialzapfen geworden, der tief in die Substanz des Lides eindringt. An jedem Schnitte sind mehrere solcher Zapfen zu sehen, sie nehmen in ihrer Entwickelung von aussen nach innen ab, siehe Fig. 2, wo der zumeist nach innen liegende auf derselben Entwickelungsstufe steht mit der Anlage der Cilie, wie dieselbe an dem ersten Präparate beschrieben worden. In diesem Stadium gleichen die Cilien einfachen Zapfen, welche aussen von Cylinderepithel bekleidet sind und in ihrem Innern kleine rundliche oder auch längere mehr der Spindelform sich nähernde Zellen bergen. Entlang dem Zapfen sind die benachbarten Zellen der Lidsubstanz dichter an dieselbe herangedrängt, insbesondere am Grunde desselben und zwar schmiegen sie sich mit ihrer Längsachse der Wand der Cilien an und bilden gleichsam einen Mantel für dieselbe. Der Zapfen ist wie gesagt in seinem Innern mit Zellen vollgepfropft; es ist kein Canal vorhanden.

In der inneren Ecke der Lidnaht sehen wir ebenfalls den Cylinderbelag des Lides leicht eingestülpt, und genau so wie in Fig. 1 mit dicht aneinander gedrängten kleinen Zellen erfüllt. Es ist dies die erste Anlage der Meibom'schen Drüsen, die also später entsteht als die der Cilien, aber im Beginne ihrer Entwickelung vollständig mit dem Baue der Cilienanlage übereinstimmt.

3.

Embryo von 60 Gramm dem Ende des 4. Lunarmonates entsprechend (Spiegelberg).

An den verticalen Lidschnitten eines Embryo von 60 Gramm sehen wir die epithelialen Zapfen weiter gewachsen aber immer in dem Verhältnisse, dass die aussenstehenden in der Entwickelung weiter fortgeschritten sind als die zumeist nach innen sich befindlichen. In denselben ist von einem Haarschaft oder einem Canale noch nichts zu sehen.

Die Delle, welche die Anlage der Meibom'schen Drüse vorstellte, hat sich nur um weniges vertieft.

Die Augenbrauen waren aber bei diesem Embryo schon vollständig entwickelt.

4.

Embryo von 100 Gramm.

An Liddurchschnitten dieses Embryo sieht man die Lidsubstanz noch immer sehr zellenreich, aber trotzdem ist die faserige Structur sehr deutlich zu erkennen; die Muskel erscheinen schon in Bündeln angeordnet, die Bündel von einander scharf gesondert.

Die Cilien sind in ihrer Entwickelung bereits sehr weit vorgeschritten; es existirt schon ein Haarschaft, der sich aus den mittleren Zellen des Epithelialzapfens gebildet hat, im Haarschaft sind Pigmentpünktchen vorhanden aber nur in spärlicher Anzahl. Die Talgdrüsen sind angedeutet und ebenso die modificirten Schweissdrüsen. Nicht alle Cilien sind, wie wir es schon an den früheren Präparaten gesehen, gleich weit in der Entwickelung. An jenen Stellen, an welchen die Haarschäfte gegen und in die Lidnaht dringen, bestehen Lacunen in derselben. Die Anzahl der Cilien auf einem Schnitte ist eine grosse.

Die Meibomischen Drüsen sind gegenüber den Wimpern in ihrer Entwickelung noch weit zurück, die Zapfen haben sich wieder etwas verlängert, sie sind solid und ist an ihnen keine Spur von Sprossenbildung wahrzunehmen.

5.

Embryo von 148 Gramm.

An Durchschnitten von Embryonen dieses Gewichtes, welches ungefähr der Mitte des 5 Lunarmonates entsprechen wird, vermögen wir gegenüber denen von 100 Gramm keinen besonderen Fortschritt zu bemerken. Ein solcher Schnitt ist in Fig. 3 abgebildet. Wir erkennen deutlich die Anlage der Haartalgdrüsen und sehen den Schlauch der Moll'schen Drüse. Die ersteren entstehen durch eine Ausstülpung des Cylinderzellenbelags der Cilien, so dass diese daselbst einen buckelförmigen Anhang erhalten, also genau so wie die Cilienanlage selbst vor sich ging, nur dass die Zellen, welche in den buckelförmigen Anhang hinein gestülpt werden, den Charakter der Talgdrüsenzellen tragen. Dic Moll'schen Drüsen entstehen ebenfalls durch eine Ausbuchtung der Cylinderzellen der Cilie, doch wachsen dieselben sehr rasch und bilden um diese Zeit, wie Fig. 3 lehrt, einen schlauchförmigen Appendix der Cilie.

6.

Embryo von 268 Gramm.

An Lidschnitten dieses Embryo fällt uns besonders der Fortschritt, den die Meibom'schen Drüsen in ihrer Entwickelung gemacht haben, auf. Wir finden nämlich an denselben schon eine Sprossenbildung und der Habitus der Talgdrüse ist ausgeprägt. Die Sprossenbildung beginnt von der Basis der Drüse und schreitet nach aufwärts resp. abwärts im Lide vor. Sowie bei den Cilien ist auch hier bei den Meibom'schen Drüsen die Entwickelung gegen die Lidwinkel zu in einem weiteren Stadium. Die Fig. 4 ist eben einer schon weiter fortgeschrittenen Drüse entnommen, man findet jedoch auch an zahlreichen Schnitten oft nur eine Andeutung der Sprossenbildung an den Ausbuchtungen des Epithelialzapfens bemerkbar. Die Sprossenbildung an den Meibom'schen Drüsen geht in derselben Weise vor sich, wie die Entwickelung der Haartalgdrüsen, wie die Anlage der Meibom'schen Drüsen selbst etc., es wiederholt sich stets derselbe Vorgang. Ein Theil des Cylinderzellenbelegs des Meibom'schen Zapfens stülpt sich an einer Stelle aus und in dieser Ausstülpung sehen wir bald Zellen, die den Charakter der Talgdrüsenzellen annehmen. Dieser Vorgang wiederholt sich an allen Stellen, an welchen sich Sprossen bilden. Im späteren Ausführungsgange der Drüse sieht man einzelne Stellen, die eine Höhlung des Zapfens vortäuschen, bei genauerer Einstellung überzeugt man sich, dass hier kein Canal vorhanden, sondern dass die daselbst befindlichen Zellen sehr stark lichtbrechend sind und sich in Carmin nicht gefärbt haben.

Was die Augenwimpern betrifft, so sind dieselben mit Ausnahme der ihnen zugehörigen Talg- und Schweissdrüsen, die noch im Wachsthume zurückgeblieben sind, vollständig entwickelt.

7.

Embryo von 340 Gramm.

An Lidschnitten von Embryonen von 340 Gramm, von denen ich zahlreiche Präparate durchgesehen und die ihrem Alter nach dem Beginne des 6. Lunarmonates entsprechen, ist die Entwickelung der Lidorgane, wie Fig. 5, die einem solchen Präparate entnommen ist, zeigt, schon sehr weit fortgeschritten. Vor Allem beginnt schon die Lösung der Lider

den [illegible]. Sowohl an der äusseren wie inneren Fläche [illegible] wir [illegible] der [illegible] die [illegible] defect, und nur noch das Stück zwischen den Cilien und der Meibom'schen Drüse so vollständig geschlossen. Freilich sehen wir nicht an allen Schnitten das gleiche Bild und finden wir an vielen die Lösung noch nicht so weit gediehen.

An den Cilien prägen sich alle Schichten ganz klar und deutlich aus. Die Talgdrüsen sind vollkommen entwickelt und halten nur dann später mit dem Wachsthum des Lides gleichen Schritt. Die Schweissdrüsen, von denen zufällig in der Zeichnung keine aufgenommen, bestehen nicht mehr aus einem Schlauche allein, sondern dieser beginnt sich an seinem Grunde zu [illegible].

Was die Meibom'schen Drüsen anlangt, so hat die Sprossenbildung derselben sehr zugenommen, man sieht an einzelnen Schnitten, wie in Fig. 5, den cylindrischen Epithelzapfen ringsum wie mit Knospen überschüttet, an anderen Schnitten finden wir die Sprossenbildung schon so weit gediehen, dass die einzelnen sich abgeschnürt haben und acini bilden. Auch an diesen Präparaten hat es den Anschein, als ob schon ein Ausführungsgang der Drüse vorhanden wäre; bei stärkerer Vergrösserung erkennt man aber deutlich die schon oben beschriebenen hellen Zellen, die den Ausführungsgang eben nur vorbereiten.

Sämmtliche Lidorgane, die mit der Lidspalte in Verbindung stehen, sind also um diese Zeit gebildet und es geht im Verlaufe des 6. Lunarmonates und dem Beginne des 7. langsam die Lösung der Lider vor sich. Während dieser Zeit haben sich die Windungen der Moll'schen Drüsen vermehrt und haben die Meibom'schen Drüsen ihre Ausführungsgänge gebildet.

Ich gehe auf die Literatur dieses Gegenstandes nicht ein, sie ist im Handbuche von Gräfe-Sämisch und bei Ewetsky vollständig angeführt, und unterscheiden sich meine Befunde von denen Ewetsky's mit Ausnahme von gewissen Einzelheiten nur dadurch, dass sie eben von menschlichen Embryonen herrühren. Eine Arbeit habe ich doch noch zu erwähnen, sie ist im verflossenen Jahre erschienen und aus dem hiesigen embryologischen Institute durch Grefberg publicirt worden; sie befasst sich mit der

Entwickelung der Meibom'schen Drüsen und kommt, was die histiologischen Thatsachen betrifft, zu ähnlichen Resultaten; was die Zeit der Entwickelung betrifft, sind wir freilich verschiedener Meinung.

IV.

Das Wachsthum des embryonalen Auges.

Wenn auch nicht streng hierher gehörig, sei es mir doch gestattet, einige Masse von Embryonen-Augen hier anzuführen, die das Wachsthum derselben in den verschiedenen Perioden illustriren mögen. Die Messungen waren mit Bezug auf eine Arbeit, die sich mit der Refraction der Augen neugeborener Kinder befasste, vorgenommen worden; ich wollte mit Hilfe des Zirkels und des Ophthalmometers die Spiegelbefunde controliren und ergänzen. Dieser Plan konnte nicht durchgeführt werden, und so schreibe ich nur einfach aus meinen Notizen die Masse, die ich für die Länge der Augenaxe, die Breite, sowie Höhe der Cornea gefunden habe, hier ab.

Nachdem ich die Bulbi nicht immer in ganz frischem Zustande bekommen hatte resp. dieselben nicht immer sofort messen konnte, ging ich nach Brücke in der Weise vor, dass ich durch Injection von Wasser die Augenkapsel, soweit als man dies eben beurtheilen kann, in ihren natürlichen Spannungszustand brachte. Zum Messen bediente ich mich des Donders'schen Zirkels und da ich viele Augen in Gyps abgoss, so controlirte ich auch manche Messungen an den gewonnenen Modellen. Die Messungen sind natürlich in solcher Weise vorgenommen, nicht vorwurfsfrei, sie geben aber immerhin ganz gute relative Verhältnisse und, nachdem meines Wissens die Literatur über diese Verhältnisse des Wachsthums der Augen keinen Aufschluss giebt, so denke ich, dass diese Veröffentlichung berechtigt ist.

Es wurde gemessen die Entfernung des Scheitels der Cornea vom Sehnerven, der knapp abgeschnitten war, ferner

[illegible] des Auges [illegible] [illegible] einigen Augen [illegible]

Embryo, 4 Lunarmonate. [illegible] Gramm [illegible]

Grösster Durchmesser . . [illegible] Mm.
Bis zum Sehnerven . . . [illegible] „
Breite der Cornea . . . [illegible] „

Embryo, 5 Lunarmonate. [illegible] Gramm.

Grösster Durchmesser . . [illegible] Mm.
Bis zum Sehnerven . . . [illegible] „
Breite der Cornea . . . [illegible] „

Embryo. [illegible] Gramm.

[illegible] Mm.	[illegible] Mm.
[illegible] „	[illegible] „
5,1 „	5,2 „

Embryo. 5[illegible] Gramm.

11,8 Mm.	11,7 Mm.
10,7 „	10,9 „
5,8 „	5,9 „

[illegible], angeblich 7. Lunarmonat. Gewicht unbekannt.

13,9 Mm.	13,9 Mm.
13,0 „	12,9 „
7,0 „	7,0 „

14,2 Mm.	14,3 Mm.
13,2 „	13,2 „
7,4 „	7,5 „

Embryo, 7 Lunarmonate. 1450 Gramm.

15,2 Mm.	15,2 Mm.
14,5 „	14,5 „
8,5 „	8,6 „

Embryo, 7 Lunarmonate. 1480 Gramm.

Grösster Durchmesser . . 15,5 Mm.
Bis zum Sehnerven . . . 14,9 „

Breite der Cornea . . .	8,7 Mm.
Höhe der Cornea	8,0 „

Embryo. 1630 Gramm.

15,1 Mm.	15,2 Mm.
14,4 „	14,5 „
8,8 „	—
8,3 „	8,3 „

Embryo. 1950 Gramm.

15,2 Mm.	15,2 Mm.
14,6 „	14,6 „
—	9,0 „
8,4 „	8,4 „

Embryo, 8 Lunarmonate. 2100 Gramm.

16,1 Mm.	15,9 Mm.
15,6 „	—
8,6 „	8,8 „

Embryo. 2400 Gramm.

16,4 Mm.	16,3 Mm.
15,9 „	16,0 „
9,3 „	9,0 „
8,9 „	8,7 „

Embryo. 2500 Gramm.

Grösster Durchmesser . .	16,3 Mm.
Bis zum Sehnerven . . .	15,9 „
Breite der Cornea . . .	9,2 „

Embryo, 9 Lunarmonate. 2550 Gramm.

Grösster Durchmesser . .	16,7 Mm.
Bis zum Sehnerven . . .	16,2 „
Breite der Cornea . . .	9,5 „

Reifes Kind, hat mehrere Stunden gelebt. 3020 Gramm.

17,2 Mm.	17,3 Mm.
16,9 „	17,0 „
9,9 „	9,9 „
—	9,5 „

Reifes, sehr kräftiges Kind.

17,8 Mm.	17,8 Mm.
17,4 „	17,3 „
10,0 „	10,1 „
10,0 „	—

Reifes, sehr kräftiges Kind mit grossen, glotzenden Augen, hat mehrere Tage gelebt.

18,0 Mm.	18,1 Mm.
17,5 „	17,8 „
—	10,1 „
9,8 „	9,7 „

Kind, $4^1/_2$ Jahre alt.

Grösster Durchmesser . .	21,5 Mm.
Bis zum Sehnerven . . .	21,3 „
Breite der Cornea . . .	10,8 „

Die Zahlen stimmen, soweit sie reife Kinder betreffen, mit den von anderen Autoren gegebenen überein.

Interessant ist das Verhältniss zwischen dem grössten Durchmesser und der Entfernung des Scheitels der Cornea vom Sehnervenansatz, ebenso das fast gleichbleibende Verhältniss zwischen Grösse der Cornea und dem Augendurchmesser.

Zum Schlusse dieser Arbeit kann ich nicht umhin, dem Herrn Prof. Späth, Vorstand der hiesigen zweiten Gebärklinik, sowie dessen Assistenten für das mir in liebenswürdigster Weise gebotene Material meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Liddurchschnitt von einem Embryo von ungefähr 8 Cm. Länge und 25 Gramm im Gewichte. Erste Anlage der Cilien. — Fig. 2. Liddurchschnitt von einem Embryo von 9 Cm. 37 Gr. Erste Anlage der Meibom'schen Drüse. — Fig. 3. Liddurchschnitt von einem Embryo von 148 Gramm im Gewichte. — Fig. 4. Liddurchschnitt von einem Embryo von 268 Gr. im Gewichte. — Fig. 5. Liddurchschnitt von einem Embryo von 340 Gramm im Gewichte.

Neubildung des Epithels der vorderen Linsenkapsel bei erwachsenen Thieren, im gesunden und im krankhaften Zustande.

Von

Dr. F. Falchi,

Docent der Augenheilkunde an der Universität Turin.

Hierzu Tafel II.

I. Normaler Zustand.

Die Bildung neuer Elemente im Epithel der normalen vorderen Kapsel erwachsener Thiere durch indirecte Zellentheilung war bisher nicht dargethan worden. Henle *), der hierüber Untersuchungen anstellte, erklärt, dass er bei erwachsenen Thieren keine Karyokinesis vorfand. In der That zeigen in den Fig. 1 und 2 der angeführten Arbeit dieses Autors die Abbildungen des Epithels der vorderen Kapsel vom Triton und vom Frosche keine Stadien der indirecten Zellentheilung, wiewohl Theilungen des Kernes in 2—3 Theile allerdings darin zu sehen sind. Bei Wiederholung dieser Untersuchungen fand ich beim Triton dieselben Zellenformen, wie sie in der Arbeit von Henle

*) Zur Entwicklungsgeschichte der Krystalllinse und Theilung des Zellkerns. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. XX. S. 48, Taf. XXVII.

abgebildet sind; doch stellen dieselben kein Stadium der indirecten Zellentheilung dar. Dagegen gelang es mir wohl, wie man weiter sehen wird, verschiedene Stadien dieses Processes im Epithel der vorderen Linsenkapsel des erwachsenen Frosches zu beobachten.

O. Becker*) sagt, dass er die indirecte Zellentheilung im Epithel der vorderen Kapsel des Kindes und des Ferkels beobachtet habe, erwähnt aber der erwachsenen Thiere nicht.

Meine Untersuchungen über die Zellenneubildung im Epithel der Linsenkapsel erwachsener Thiere wurden in folgender Weise angestellt. Ich isolirte die Linsenkapsel von den Linsenfasern und legte sie dann in gemeinen Alkohol auf etwa 48 Stunden. Darauf wurde sie mit Haematoxylin gefärbt, mit absolutem Weingeist entwässert; dann in Nelkenöl getaucht, und zuletzt in Damarfirniss eingeschlossen. Die Abbildungen wurden mit Hartnack Ocul. 3, Obj. VIII, bei verlängertem Rohre gezeichnet. — Folgendes sind die gewonnenen Resultate.

Ich beobachtete die indirecte Zellentheilung bei Säugethieren. So stellt Fig. 1 die Karyokinesis beim Schweine dar, und zwar im Stadium, wo der Kern sich als aequatoriales Plättchen präsentirt. Ebenso beobachtete ich dieselbe bei der Ratte, und habe ich von diesem Thiere in Fig. 2a die Knäuelform des Kerns mit Fortsätzen, und in Fig. 2b die Gestaltung desselben zum aequatorialen Plättchen abgebildet.

Ferner fand ich die indirecte Zellentheilung bei den Vögeln. In Fig. 3a habe ich eine in Karyokinesis begriffene Epithelzelle aus der vorderen Linsenkapsel des Huhns abgebildet, wo der Zellenkörper oval erscheint, mit

*) Zur Anatomie der gesunden und kranken Linse. — Centralblatt für praktische Augenheilkunde. 1882, S. 130. — Zur Anatomie der gesunden und kranken Linse. Mit 14 lithographirten Tafeln. Wiesbaden 1883.

homogenem Protoplasma und dem zum aequatorialen Plättchen umgestalteten Kerne; und in Fig. 3b ist die vollendete Theilung dargestellt, aus welcher Tochterzellen mit knäuelförmigem Kerne hervorgegangen sind.

Endlich beobachtete ich die Karyokinesis des Kapselepithels bei den Amphibien. Sehr oft fand ich sie nämlich beim Frosche und habe davon mehrere Formen abgebildet. So sieht man in Fig. 4a die Form mit knäuelförmigem Kerne; in Fig. 4b den Kern in Gestalt des aequatorialen Plättchens mit feinen Fortsätzen; in Fig. c, d die Form mit zwei Tochterkernen, welche die entgegengesetzten Pole der Zelle einnehmen und durch haarfeine Fortsätze mit einander verbunden sind; in Fig. 4e die Form mit aequatorialer Einschnürung, wodurch der Zellkörper leicht 8förmig wird, während die beiden Tochterkerne die entgegengesetzten Pole der Zelle einnehmen und einander ihre concave, mit Vorsprüngen besetzte Seite zukehren; in Fig. 4f endlich die vollendete Theilung, aus welcher Tochterzellen mit knäuelförmigem Kerne hervorgegangen sind.

Aus den Ergebnissen meiner Untersuchungen lässt sich also der Schluss ziehen, dass unter den Säugethieren beim Schwein und bei der Ratte, unter den Vögeln beim Huhn, unter den Amphibien beim Frosch die Neubildung der Elemente des Epithels der vorderen Linsenkapsel auf dem Wege der indirecten Theilung erfolgt.

II. Pathologischer Zustand.

Die Neubildung des Epithels der vorderen Linsenkapsel nach Verletzungen wurde von einigen Autoren auf experimentellem Wege studirt. Indessen sind die älteren Untersuchungen von Dieterich, Beger und Werneck hier nicht zu verwerthen, da sie den Gegenstand nur vom klinischen Gesichtspunkte aus behandelten und sich auf makroskopische Beobachtungen beschränkten. Auch die Arbeiten

von Ritter*) und von Mörs**) dürfen wir hier übergehen. Der Erstere konnte sich überhaupt nicht von dem Vorkommen einer Wucherung des Kapselepithels nach Verletzungen überzeugen und bei dem Letzteren ist die Möglichkeit des Eindringens von Eiterkörperchen in das Innere des eröffneten Kapselsackes nicht berücksichtigt, vielmehr werden die in der Linse gefundenen Eiterkörperchen ohne genügenden Beweis einfach für Abkömmlinge der Kapselzellen nnd Linsenelemente erklärt.

Wengler***) untersuchte bei Kaninchen unter der Leitung von Th. Leber den Heilungsprocess nach Verletzung der vorderen Linsenkapsel und besonders nach Extraction eines Stückes derselben und fand, dass die entstandene Lücke durch ein mit deren Rändern fest zusammenhängendes Narbengewebe nach einiger Zeit vollständig ausgefüllt wurde. Dasselbe bestand aus stark abgeplatteten, über einander geschichteten Zellen, die anfangs unmittelbar aneinander lagen, später aber durch zarte Schichten einer hyalinen Substanz getrennt wurden. Die Menge der letzteren nahm allmählich zu, wobei das anfangs opake Gewebe durch Schwund der Zellen eine Umwandlung in eine der normalen Kapsel ähnliche Substanz erfuhr.

Julie Sinclair†) sah nach Aetzung der vorderen Linsenkapsel mit Höllenstein eine Epithelwucherung zu Stande kommen, die zur Bildung eines Kapselstaares führte. An der Stelle, wo die Regeneration von statten ging, erschienen die Zellen grösser, bis 20 μ, unregelmässig ge-

*) Ritter, Beitr. z. path. Anat. des Auges nach Versuchen an Thieren. Dieses Arch. VIII. 1, S. 81 ff.

**) Moers, Beitr. zur path. Anat. der Linse nach Versuchen an Thieren. Virch. Arch. XXXII., S. 45.

***) Wengler, Ueber die Heilungsvorgänge nach Verletzung der vorderen Linsenkapsel. Inaug.-Dissert. Göttingen 1874.

†) J. Sinclair, Experiment. Unters. zur Genese der erworbenen Kapselcataract. Inaug.-Dissert. Zürich 1876.

staltet, fast wasserklar, mit einem runden, 10 μ grossen Kerne versehen. Letzterer war meist einfach, zeigte aber häufig 2—3 kleine, glänzende Kernkörperchen.

Schuchardt*) unternahm es, auf Lebers Veranlassung, die Frage zu entscheiden, ob die in den Wengler'schen Versuchen beobachtete zellige Wucherung, welche zur Bildung der Kapselnarbe führt, von den Zellen des Kapselepithels ausgeht oder auf eine andere Herkunft zurückzuführen ist. Die Frage konnte in ersterem Sinne entschieden werden, indem es gelang, die verschiedenen Stadien der die Kapsellücke ausfüllenden Epithelwucherung, die sich vom Rande her allmählich herüberschob, successive zu verfolgen. Zugleich liess sich eine Betheiligung von Wanderzellen an dieser Neubildung mit Bestimmtheit ausschliessen, weil die Kapsellücke von Anfang an von einer Fibrinschicht bedeckt wird, welche sehr arm an Lymphkörperchen ist und die darunter stattfindende Epithelproliferation von der vorderen Kammer abschliesst. Ein weiterer Beweis für die Wucherung des Kapselepithels wurde von den genannten Autoren geliefert, indem sie an den Kernen diejenigen Veränderungen beobachteten, welche jetzt als indirecte Kerntheilung bezeichnet werden und welche sie mit denjenigen übereinstimmend fanden, welche damals schon an anderen Objecten von Eberth, Strassburger, Meyzel u. A. beschrieben worden waren. Aus der Beschreibung und Abbildung ergiebt sich, dass hier zum ersten Male die indirecte Kerntheilung an den Zellen des Kapselepithels beobachtet wurde. Bemerkenswerth ist noch, dass kurze Zeit nach einer Discision in einiger Entfernung vom Wundrande ein anfangs ziemlich scharf begrenzter Proliferationsbezirk auftrat, in welchem, abgesehen von dem Vorkommen zahlreicher

---

*) Schuchardt, Zur pathologischen Anatomie der Discisionen. Inaug.-Dissert. Göttingen 1878.

Kerntheilungsfiguren viele Zellen sich durch ihre auffallend geringe Grösse auszeichneten.

Bei meinen Versuchen hatte ich mir vorgenommen, das Verhalten der vorderen Linsenkapsel erwachsener Thiere in dem durch eine Verletzung herbeigeführten krankhaften Zustande zu prüfen.

Als Versuchsthier wählte ich das Kaninchen, weil ich gefunden hatte, dass bei diesem Thiere in normalem Zustande das Epithel der vorderen Kapsel keine indirecte Zellentheilung aufweist.

Um sicherer zu gehen, operirte ich jedesmal nur das eine Auge; das andere blieb unversehrt und sollte zur Controle über die am operirten Auge durch die Verletzung der vorderen Kapsel herbeigeführten Veränderungen dienen. — Bei der Operation wurde die Nadel im centralen Theile der Hornhaut eingestochen und die vordere Kapsel ebenfalls in ihrer Mitte, dem Pupillencentrum entsprechend, verletzt. — Dabei wurden stets antiseptische Vorkehrungen getroffen, und sah ich die Hornhautwunde binnen wenigen Tagen vernarben.

Die Dauer der Versuche wechselte zwischen 39 Stunden und 40 Tagen nach der Operation. Die vordere Kapsel wurde auf 48 Stunden in gemeinen Weingeist gelegt, dann mit Haematoxylin oder Carmin-Aluminat gefärbt, in absoluten Alkohol getaucht, mit Nelkenöl behandelt und in Damar eingeschlossen.

Folgendes waren die Ergebnisse meiner Versuche.

Am unversehrten Auge bot das Epithel der vorderen Linsenkapsel niemals Anzeichen indirecter Zellentheilung dar. Am operirten Auge dagegen fanden sich darin, von der 40. Stunde bis zum 40. Tage nach der Operation, stets die verschiedenen Stadien der Karyokinesis vor. Einige derselben habe ich (unter Ocul. 3, Obj. VIII, Hartnack, bei verlängertem Tubus) abgebildet. So sieht man in Fig. 5 die Gestaltung des Kerns zum aequatorialen

Plättchen in Seitenansicht; in Fig. 6 die Dreitheilung des Kerns (gepaarte Spindeln); in Fig. 7 einen sternförmigen Kern; in Fig. 8 eine Mutterzelle mit zwei knäuelförmigen Kernen, welche einander ihre concaven Seiten zukehren, mit feinen Vorragungen besetzt, die in äusserst dünne, von einem Kerne zum anderen hinziehende Fädchen auszulaufen scheinen; in Fig. 9 dieselbe Form, wo die Tochterkerne ebenfalls durch Fortsätze verbunden sind, die Mutterzelle aber schon in beginnender Zweitheilung begriffen ist und eine S-förmige Gestalt angenommen hat; in Fig. 10 die vollendete Theilung, indem die Tochterzellen bereits von einander abgesetzt sind und jede mit einem knäuelförmigen Kerne versehen erscheint; in Fig. 11 die vollendete Theilung und die Gruppirung dreier Tochterzellen, deren jede einen knäuelförmigen Kern enthält.

Diese Beobachtungen berechtigen uns wohl zu dem Schlusse, dass im Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel des erwachsenen Kaninchens eine Zellenneubildung durch indirecte Theilung zu Stande kommt, während eine solche bei demselben Thiere im vorderen Kapsel-Epithel des unverletzten Auges durchaus vermisst wird.

Was die Häufigkeit der indirecten Zelltheilung im Epithel der vorderen Linsenkapsel anbetrifft, so ergeben meine Untersuchungen:

1. Dass im normalen Zustande dieser Vorgang viel seltener unter den Säugethieren und den Vögeln angetroffen wird als unter den Amphibien.

2. Dass beim erwachsenen Kaninchen nach Verletzung der centralen Portion der vorderen Kapsel die indirecte Zelltheilung des vorderen Kapselepithels, die bei diesem Thiere im normalen Zustande gar nicht vorkommt, ihre grösste Frequenz in der Nähe der Wunde zeigt; in einer gewissen Entfernung von der letzteren wird der Vorgang seltener angetroffen, und an Punkten, die sehr weit von der Wunde abstehen, wird er in der Regel gänzlich ver-

misst. Uebrigens war auch in der Nähe der Wunde die Zahl der Elemente, die ich in indirecter Theilung begriffen sah, keineswegs gross; auch waren dieselben nur selten gehäuft, sondern meist vereinzelt, so dass zwei in diesem Vorgange begriffene Elemente gewöhnlich durch eine Strecke geschieden waren, worin die Epithelzellen keine Andeutung von Karyokinesis zeigten.

Ich glaube daher, dass in der normalen vorderen Kapsel erwachsener Thiere die Bildung neuer epithelialer Elemente durch indirecte Zellentheilung nur dazu bestimmt sei, den epithelialen Ueberzug der Innenfläche dieser Membran unversehrt zu erhalten. Eben dieselbe Bestimmung scheint mir dieser Vorgang auch im Epithel der verletzten vorderen Kapsel zu haben; die kleine Menge der in Karyokinesis begriffenen Elemente und ihre gegenseitige Isolirung beweisen wohl, dass hier die Zellenneubildung nur dazu dienen kann, die in Folge des Trauma verloren gegangenen Epithelial-Elemente der vorderen Kapsel zu ersetzen.

Erklärung der Abbildungen.

Die Zeichnungen wurden sämmtlich unter Anwendung des Obj. VIII. Ocul. 3. Hartnack (und zwar bei verlängertem Tubus) entworfen.

Fig. 1. Epithel der vorderen Linsenkapsel vom Schweine; Kern in Gestalt eines äquatorialen Plättchens.

Fig. 2. Epithel der vorderen Linsenkapsel von der Ratte:
a Knäuelförmiger Kern mit Fortsätzen;
b Kern in Gestalt eines äquatorialen Plättchens.

Fig. 3. Epithel der vorderen Linsenkapsel vom Huhne:
a Kern in Gestalt eines äquatorialen Plättchens;
b Vollendete Theilung; Tochterzellen mit knäuelförmigem Kerne.

Fig. 4. Epithel der vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Frosche:
a Knäuelförmiger Kern;
b Kern in Gestalt eines äquatorialen Plättchens;
c d Tochterkerne in den Mutterzellen;
e Ovale Zelle mit einer leichten Andeutung der 8förmigen Gestalt und mit Tochterkernen;
f Vollendete Theilung, Tochterzellen mit knäuelförmigem Kerne.

Fig. 5. Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Kaninchen:
Kerne in Gestalt eines äquatorialen Plättchens, in Profil-Ansicht.

Fig. 6. Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Kaninchen:
In Dreitheilung begriffener Kern (tripoläre Spindeln).

Fig. 7. Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Kaninchen:
Sternförmige Kerne.

Fig. 8. Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Kaninchen.

Fig. 9. Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Kaninchen:
Mutterzellen, in beginnender Zweitheilung begriffen, mit knäuelförmigen Tochterkernen.

Fig. 10. Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Kaninchen:
Vollendete Theilung; Tochterzellen von einander abgesetzt, mit knäuelförmigen Kernen.

Fig. 11. Epithel der verletzten vorderen Linsenkapsel vom erwachsenen Kaninchen:
Vollendete Theilung; Gruppirung dreier Tochterzellen mit knäuelförmigen Kernen.

Ein Lichtreflex der Retina.

Von

Dr. Heuse in Elberfeld.

Die Schwierigkeit, welche dem Erkennen des Augenhintergrundes beim Ophthalmoscopiren von Seiten der vielfachen Reflexbilder, sei es am Auge selbst, sei es an der vorgehaltenen Linse, entgegengesetzt wird, ist keineswegs gering und man gewöhnt sich daher frühe, diese Spiegelbildchen unberücksichtigt zu lassen und seine Aufmerksamkeit von ihnen abzulenken. So mag es denn auch gekommen sein, dass bisher die kleine Lichterscheinung, welche ich im Folgenden mittheilen will, nicht die verdiente Berücksichtigung gefunden hat und wahrscheinlich übersehen worden ist.

Die Erscheinung findet sich beim Augenspiegeln im aufrechten Bilde, wobei die Flamme der Lampe etwa 10 Cm. oberhalb und 20 Cm. hinter dem beobachteten Auge angebracht ist, und besteht aus einem schmalen ovalen Lichtring auf der Netzhaut, der jedoch seine Gestalt je nach der Lage und Beschaffenheit der beleuchteten Stelle ändern kann. Trifft er z. B. ein breiteres Gefäss der Netzhaut, so wird die Ringform an der Stelle, wo sie das Gefäss trifft, in eine Herzform verwandelt; zuweilen ist ein Theil des Ringes in einen breiten diffus leuchtenden Streifen aufgelöst, zuweilen stehen zwei

ganz schwache Ringe, ineinander theilweise verschränkt, untereinander. Zweimal habe ich an Stelle des Ringes ein deutliches ausserordentlich blasses umgekehrtes Flammenbild gesehen, dessen Grösse in der Richtung von oben nach unten nur wenig kleiner, als das vom Augenspiegel entworfene Bild war, in der Breite aber etwa $^1/_6$ der Grösse dieses Bildes betrug.

Man sieht den Lichtring am besten, wenn man ganz dicht an das beobachtete Auge herangeht; zieht man sich Etwas davon zurück, so verwandelt sich der Ring in eine diffuse weissliche Scheibe, welche dann vor der Netzhaut zu schweben scheint. Der Ring liegt immer innerhalb des Netzhautbildes der Flamme des Augenspiegels, bewegt sich gleichseitig mit den Bewegungen des Kopfes des Beobachters und ändert seine Stelle auf der Netzhaut nur minimal bei Drehungen des Augenspiegels um seine Längsachse. Der Ort, wo die Erscheinung am leichtesten bemerkt wird, ist zwischen der Macula lut. und der Papille; bei einzelnen Augen erblickt man sie an verschiedenen Netzhautpartien, bei andern wieder nur an dieser einen Stelle par excellence, bei sehr vielen gar nicht. Hypermetropischer oder emmetropischer Bau des Auges ist, soweit ich beobachtet habe, nöthig, soll die Erscheinung deutlich zu Tage treten; myopischer Bau schliesst sie nach meiner Erfahrung aus. Bei älteren Leuten bemerkte ich im besten Falle nur eine schwache leicht verschwindende Andeutung des Ringes. Kindliche und blaue Augen eignen sich am besten zu dem Experiment; übrigens habe ich bei einem 7 jährigen Knaben mit emmetropischem Bau des Auges und ganz dunkel pigmentirter Chorioidea einmal den Ring ganz besonders schön gesehen. — Auch die beiden Fälle, in denen das verkleinerte umgekehrte Flammenbild erschien, gehörten ganz dunkel pigmentirten Kindern von 8 und 13 Jahren an mit emmetropischem Bau der Augen.

Die Frage, woher die Lichterscheinung ihren Ursprung habe, scheint mir nicht sehr schwer zu beantworten, da man oft ähnlich gestaltete Formen auf dem Boden gleichmässig beleuchteter beckenförmiger Gefässe sieht und das Augeninnere der Beckenform nicht unähnlich ist, so dass also jener Ring einen Reflex von den Wänden des Augeninnern vorstellt. Dass es sichtbare Reflexe der Netzhaut giebt, ist durch die von mir beschriebene entoptische Erscheinung (v. Graefe's Arch. XVIII, 2) dargethan worden, und es war mir nicht von geringem Interesse, durch diese neue Beobachtung auch objectiv einen Reflex im Augeninnern zu unserer Anschauung zu bringen. Die Beobachtungen des umgekehrten Flammenbildes geben nun wohl genauer den Weg an, welchen die reflectirten Strahlen nehmen; bleibt uns doch, soweit ich sehe, keine andre Erklärung übrig, als eine doppelte Reflection innerhalb der Netzhautschale anzunehmen, so nämlich, dass von dem zuerst reflectirten auch subjectiv wahrnehmbaren Reflexbilde ein abermaliges Reflectiren nach der Ursprungsquelle hin stattfindet. Eigenthümlich bleibt der Umstand, dass nicht in allen emmetropischen und hypermetropischen Augen jener Reflex gesehen wird; bei längerer Uebung und Geduld findet man ihn etwa in $^1/_4$ der kindlichen Augen, bei älteren Augen noch seltener.

Es scheint fast immer nur ein einzelner kleiner Bezirk im Auge so zu liegen, dass er den von der Retina doppelt reflectirten Strahlen zu einem Sammelpunkt dienen kann; geringe Abweichungen im Bau des Auges, wie sie bei gleichem Refractionszustand an der Macula lut. oder Papille an der Peripherie vorkommen *), vielleicht Verschiedenheit der Spiegelungsfähigkeit jugendlicher und älterer Netzhäute mögen bei dem Zustandekommen des Bildchens eine Rolle spielen, und da es mir bei einzelnen

*) Stammeshaus, v. Graefe's Archiv XX.

Augen, in denen ich den Ring schon öfter wahrgenommen hatte, zuweilen nicht gelingen wollte ihn sofort wieder zur Anschauung zu bringen — obwohl es mir schliesslich immer glückte —, so können auch kleine mir unbekannte Umstände in der Haltung des Spiegels zum Auge oder der Lichtquelle die Schuld daran tragen, das Experiment misslingen zu lassen.

Subjectiv wird es kaum möglich sein die kleine Lichterscheinung zu bemerken, da die Empfindung derselben in dem sehr hellleuchtenden Flammenbilde untergehen muss, welches der Spiegel im Augeninnern entwirft, aber ihr Entstehen zeigt immerhin an, dass die Netzhaut nicht ganz so wenig Licht reflectirt, wie man bisher anzunehmen pflegte. *)

Die hier beschriebene Erscheinung ist, wie gesagt, nicht selten und es wird den meisten Beobachtern gewiss gelingen, meine Angaben zu bestätigen resp. zu controliren. In der Literatur finde ich die Thatsache nicht erwähnt; sollte sie doch bereits veröffentlicht sein, so dürfte mich vielleicht der Umstand entschuldigen, dass allein die Referate über die Arbeiten eines Jahres in der Ophthalmologie Bände füllen.

Elberfeld, November 1883.

---

*) v. Kries, Gesichtsempfindungen. S. 26.

Eine stereoskopische Erscheinung in der rotirenden Bildertrommel.

Von

Dr. Heuse in Elberfeld.

Während der Beschäftigung mit den Vorgängen in einer sogenannten rotirenden Bildertrommel beobachtete ich eine stereoskopische Erscheinung, die ich wegen der Eigenartigkeit, mit welcher sie zu Stande kommt, und weil sie sich ganz besonders zur Demonstration des Entstehens stereoskopischer Bilder eignen möchte, in der Kürze mittheilen will.

Lässt man durch die Längsausschnitte einer sogenannten Bildertrommel das Licht einer Lampe fallen, die auf dem Tische steht, während die Trommel ihren Platz auf einen in der Nähe des Tisches befindlichen Stuhl hat, und dreht den Cylinder schnell um seine Achse, so bemerkt man bei einem Standpunkte der Lichtquelle gegenüber, indem man auf 1 Fuss Entfernung mit einem Auge durch die Längsspalten auf die Grundfläche des Cylinders blickt, eine Anzahl von stillstehenden Lichtstreifen, eine Erscheinung, welche ihre Erklärung in demselben Prinzip findet, wie die der Figuren, zu deren Veranschaulichung

der Apparat construirt ist. (Vergl. Helmholtz, Physiol. Optic., p. 349). Ganz stillstehend pflegen die Streifen freilich nicht zu sein, da bei den wenig genau gearbeiteten Apparaten, wie sie im Handel vorkommen, während des Rotirens kleine Schwankungen nach allen Richtungen hin entstehen. Betrachten wir die Streifen abwechselnd mit dem rechten oder linken Auge allein, so bemerken wir für das rechte Auge das Gesichtsfeld weiter nach links hin reichend, wie für das linke Auge, und umgekehrt. Bei dieser einäugigen Betrachtung erscheinen uns die Streifen in einer Ebene zu liegen; richten wir aber beide Augen zugleich auf sie, so springen die Streifen in die Höhe und zeigen sich frei über der Grundfläche schwebend auf einem Cylindermantel geordnet, dessen Achse parallel der Grundfläche der Trommel läuft. Die beiden, den einzelnen Augen gebotenen Lichtstreifenbilder haben sich stereoskopisch vereinigt und decken sich ziemlich genau, was man constatiren kann, wenn man vor ein Auge ein rothes Glas hält. Hierbei werden die durch die Schwankungen der rotirenden Scheibe hervorgerufenen Verschiebungen der Streifen gegeneinander sichtbar und man bemerkt, wie die rothen Streifen vor den weissen hin- und herrücken, immer aber zum grössten Theil dieselben decken. Bei einem genau gearbeiteten Apparat, bei welchem die Schwankungen vermieden werden könnten, würde die Erscheinung wohl noch eleganter zur Anschauung kommen; auch müsste es mit einem solchen möglich sein zu messen, wie sich der Abstand der sich deckenden Streifen verhielte, was auch wohl auf mathematischem Wege zu machen wäre. Durch blosse Taxation ergiebt sich mir der Abstand der einzelnen Streifen untereinander für jedes Auge als vollkommen gleich; in toto scheint, wenn man abwechselnd das eine oder das andere Auge schliesst, das Streifenbild für das rechte Auge etwa 1 Zoll breit weiter nach rechts zu liegen, als für das linke Auge und diese geringe Verschiebung

bringt eine Verschiedenheit der beiden Netzhautbilder hervor, gross genug, um zu der beobachteten stereoskopischen Erscheinung Veranlassung zu geben; wieder ein Belag für die bekannte Thatsache, wie wenig Differenz in der Anordnung verticaler Linien genügt, um eine stereoskopische Wirkung zu erzeugen.

Die Bedingungen zu der stereoskopischen Vereinigung sind bei der Einfacheit des Linienmusters im vorliegenden Versuch so mächtig und zwingend, dass man die grösste Mühe hat, ein solches stereoskopisches Bild auseinanderzutreiben. Erst nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es mir, indem ich mich bemühte, den in der Mitte der Grundfläche stehenden Dorn fest zu fixiren und hierdurch eine genügende Divergenz der Augenachsen zu erzeugen, eine Trennung der beiden Bilder zu erzielen und die weissen und rothen Streifen in der Ebene der Grundfläche neben einander liegend zu fixiren; immer aber musste ich dabei ankämpfen gegen die Intention der Augen, die stereoskopische Verbindung wiederherzustellen. — Treibt man die Divergenz der Augenachsen weiter, als es die Fixation des Dornes erfordert, was durch Annäherung des Kopfes an die Trommel begünstigt wird, so entsteht plötzlich das stereoskopische Bild eines Liniensystems, welches in dem concaven Mantel eines Kegels zu liegen scheint, dessen Achse schräg steht zur Grundfläche der Trommel. Das Bild wird jetzt unterhalb der Trommelbasis gesehen. Bei dieser stereoskopischen Vereinigung der Streifen ist für das rechte Auge der am weitesten nach links gelegene, für das linke Auge der am weitesten nach recht gelegene Streifen einfach vorhanden und erscheint, allerdings nur bei besonderer Aufmerksamkeit, an seinem wahren Ort in der Trommelbasis; bei gewöhnlicher Fixirung des ganzen Bildes von der Mitte aus werden auch diese beiden Streifen in die Anschauung des ganzen Bildes hineingezogen.

Das verschiedene Verhalten der stereoskopisch vereinigten und einfach gesehenen Streifen in Bezug auf die Localisation kann man deutlicher zeigen, wenn man die grösste Anzahl derselben durch vorgestellte Schirme abblendet, so dass z. B. für das rechte Auge zwei, für das linke Auge ein Streifen sichtbar bleibt; bei der Drehung des Apparats bemerkt man dann, wie der eine stereoskopisch vereinigte Streifen emporspringt, während der andere einfach gesehene auf dem Boden liegen bleibt. Man kann auch durch einen halbmondförmigen Schirm den untern Theil sämmtlicher Streifen abblenden und nur eine Reihe kleiner Quadrate stehen lassen; bei den Schwankungen des Apparats kommen diese oft nicht zur Deckung und hieraus resultirt dann eine grosse Unruhe in der Erscheinung, indem bald dieser bald jener Theil sich aus der stereoskopischen Vereinigung loslösst und zu Boden sinkt.

Durch Bewegungen der Trommel um ihre horizontale Achse kann man Veränderungen in der Gestalt der einzelnen Streifen hervorrufen, was dann wiederum eine Veränderung des stereoskopischen Bildes zur Folge hat. — Neigt man die rotirende Trommel nach vorne, dem Beobachter zu, so sind die stereoskopisch vereinigten Streifen auf einen Kugelabschnitt geordnet, bei der entgegengesetzten Bewegung wird die Achse des Kegels, in dessen Mantel die Streifen erscheinen, der verticalen Achse der Trommel parallel und diese machen den Eindruck eines glänzenden Spiegelbildes in einer Wasserfläche. Man sieht dies besonders schön, wenn man Sonnenlicht zur Beleuchtung hat, was überhaupt alle die hier beschriebenen Versuche hübscher hervortreten lässt, als Lampenlicht, obwohl dasselbe vollkommen ausreicht.

Lässt man die Streifenbilder auf die Mitte der Trommelbasis fallen, so gelingt es wohl durch willkürliche Abänderung der Convergenz der Augenachsen bald das con-

vexe, bald das concave Bild zur Anschauung zu bringen; neigt man aber die Trommel sehr stark nach vorn oder hinten, so kann immer nur eines der Bilder zu Stande kommen, da die zur Herstellung des andern nöthige Convergenz oder Divergenz so stark sein muss, dass Rollungen des Bulbus daraus resultiren, welche eine stereoskopische Vereinigung unmöglich machen.

Nimmt man einen Kugelabschnitt, etwa in Form eines metallenen Deckels, mit demselben Radius, wie ihn der Cylinder zu haben scheint, auf welchem die Streifen eingetragen erscheinen, und legt den Deckel mit der Convexität aufwärts in die Bildertrommel, so entsteht ein stereoskopisches Streifenbild, welches beim Blick für die Nähe in einer graden Ebene zu liegen scheint und bei Vereinigung mit grösserer Divergenz der Augenachsen in einem stärker gekrümmten Kegelmantel, als es in dem andern Versuch der Fall war, eingetragen ist. Umgekehrt vergrössert sich die Krümmung des Cylindermantels und verringert sich diejenige des Kegels, wenn die Concavität des Deckels nach oben liegt.

Bringt der Beobachter die Augen in verticale Lage zum Boden der Trommel und dadurch die Augen in eine fast gleiche Position zu den Streifenbildern, so schwindet jeder stereoskopische Effect und man sieht, wie mit einem Auge, die Streifen in der Ebene der Trommel liegen.

Versuche wie die beschriebenen lassen sich mannigfach variiren, wenn man eine Scheibe mit irgend welchem Figurenausschnitte, wie ihn stroboskopische Scheiben zu haben pflegen, um eine horizontale Achse bewegt und das Schattenbild der Scheibe auf eine wenige Zoll entfernte weisse Wand wirft. Blickt man dann durch die sich drehende Scheibe, so sieht man das ausgeschnittene Bild,

stellenweise in seltsamer Verzerrung sich von der Wand abhebend.

Der Grund für das Zustandekommen solcher stereoskopischen Bilder ist bei allen diesen Erscheinungen derselbe, er liegt darin, dass das rechte und das linke Auge ein nur durch ihre Lage zu der rotirenden Trommel oder Scheibe bedingtes verschiedenes Netzhautbild bekommen.

Klinische Beiträge zur Lehre vom Glaucom.

Von

J. Jacobson sen.

(Fortsetzung.)

An die zum Schlusse des ersten Theiles dieser Abhandlung mitgetheilten Krankheitsbilder schliesst sich das nachfolgende, chronische Glaucom ohne Rand-Excavation unmittelbar an.

4. Frau D., polnische Jüdin, 48 Jahre alt, soll in ihrer Kindheit an Augenentzündungen gelitten haben, von denen auf dem linken Auge ein Fleck zurückgeblieben sei. Vor acht Jahren will Patientin ohne nachweisbare Veranlassung unter Frostgefühl, Erbrechen, Schmerz in den Augen, Augenhöhlen, Schläfen und Stirn ihr Sehvermögen plötzlich eingebüsst und nach 10 Tagen unter Anwendung von Vesicatoren völlig wieder erlangt haben, dann sollen in den nächsten 2 Jahren rechterseits etwa einmal in der Woche ähnliche Anfälle entstanden sein, um über Nacht wieder zu verschwinden. Trotzdem blieben die Augen, unverändert leistungsfähig bis zum letzten Jahre, in dem wiederum rechterseits unter Röthung, Augen- und Kopfschmerz, Regenbogensehen und Photopsien das Sehvermögen fast vollständig geschwunden ist.

Status präsens. 8. März. Rechtes Auge: Bulbus in Divergenzstellung, Spannnng sehr erhöht, Cornea von trübem, cadaverösem Aussehen, vordere Kammer flach, Humor aqueus trübe, Iris blaugrau, theilweise atrophisch, Pupille über mittel

weit, reactionslos, Linse und Glaskörper klar. Papilla optica schräg oval wegen hypermetropischen Astigmatismus, von gelbem, glaucomatösem Ringe umgeben, in der ganzen Ausdehnung grünlich weiss, tief excavirt. der Grund im aufrechten Bilde mit D. — 14 sichtbar. Alle Gefässe brechen scharf am Scleralrande ab, nur einige Fortsetzungen sind in der Tiefe aufzufinden, die Zwischenstücke am Rande nicht sichtbar. — S = Finger auf $^1/_2$ Meter bei nach aussen vorbeischiessender Sehachse,. L. = $\frac{1}{162}$, Se fehlt oben, unten und nasalwärts; im temporalen Theile des Gesichtsfeldes werden alle Farben und Weiss gesehen und zwar aussen oben zwischen 8 und 40°, aussen zwischen 30 und 70°, aussen unten zwischen 8 und 35°.

Linkes Auge: Spannung erhöht. Cornea abgesehen von einer kleinen Macula fere centralis normal, Kammer flach, Iris blaugrau, etwas atrophisch, Pupille wenig nach aussen oben dislocirt, gut beweglich, tief schwarz, Linse und Glaskörper durchsichtig. Papilla optica von einem gelblichen Ringe umgeben, auffallend geröthet bei scharfen Grenzen, in ihrer Mitte eine etwa ein Drittel der Papille breite, runde. glänzend weisse, sehr tiefe Excavation, auf deren Grunde man die Lamina cribrosa und eine pulsirende Vene sieht. Die grossen Gefässe gehen glatt über den Scleralrand fort, senken sich dann aber mehr und mehr verschleiert in die Opticussubstanz ein, bis sie, am Centralcanal angelangt, scharf in die Tiefe umbiegen. S = $\frac{20}{30}$, Se und L normal, fast täglich Kopfschmerzen mit periodischen Verdunklungen und farbigen Kreisen um eine Flamme. —

An beiden Augen wird in zwei Sitzungen hintereinander Iridectomie nach oben ausgeführt, rechts ohne Resultat, links mit vollkommenem Erfolge.

Die Angaben der Kranken sind für eine Anamnese, aus der sich der langjährige Verlauf des Leidens mit Sicherheit reconstruiren liesse, zu ungenau. Am meisten Wahrscheinlichkeit scheint mir die Auffassung zu haben, dass es sich um ein Glaucom mit Jahre langem Prodromal-Stadium handelt, aus dem als ein ganz besonders heftiger Anfall der vor acht Jahren erlittene hervortritt.

Ob derselbe unter sogenannten Entzündungserscheinungen verlaufen, ob die vorübergehende Erblindung beiderseitig gewesen, ob später beide Augen oder nur das linke wieder leistungsfähig geworden sei, lässt sich nicht mehr ermitteln. Fest zu stehen scheint nur, dass das rechte Auge, das bis in die letzte Zeit von kleinen Insulten nicht verschont blieb, vorzugsweise ergriffen gewesen. Wir müssen deshalb die Frage, ob Glaucoma acutum mit Uebergang in Excavation oder Glaucoma chronicum für das rechte Auge unbeantwortet lassen, so sehr der Verlauf auch für die erste der beiden Annahmen spricht. Auf dem linken aber glaube ich nach der Beschaffenheit des vorderen Augapfelsegmentes, den geringen Veränderungen der Papilla optica, der langen Dauer des Processes, dass es sich um ein unter langjährigem Prodromal-Stadium verlaufendes Glaucoma chronicum gehandelt hat. Die trotz langer Dauer des Processes normal gebliebene Function erklärt sich aus dem gesunden Aussehen der die Papilla optica bildenden Nervenfaserbündel. — Wie eine partielle Verdrängung und Erkrankung dieser letzteren sich mit gewissen Anomalien des centralen und peripheren Sehns in Einklang bringen lässt, soll der folgende Krankheitsfall zeigen.

5. August Z., 60 Jahre alt, Lehrer, hat in seiner Jugend an Husten, zeitweise mit blutigem Auswurfe und Nachtschweissen gelitten, im seinem 30. Lebensjahre eine Augenentzündung überstanden, nach deren Ablaufe sich das Sehvermögen vollkommen wiederhergestellt hat. Seit 8 Jahren wird er vielfach von Kopfschmerzen geplagt, die am Hinterhaupte beginnend sich über beide Seiten des Kopfes verbreiten und nach der Nasenwurzel und den Augen ausstrahlen. Im 54. Lebensjahre musste er seiner Presbyopie wegen für die Arbeit eine Convexbrille benutzen, seit 2 Jahren bemerkt er eine deutliche Abnahme der Sehkraft auf dem linken Auge.

15. Mai 1862. Status präsens. Kräftiger, gesund aussehender, nicht frühzeitig gealterter Mann, an dem die physi-

kalische Untersuchung des Körpers nichts Abnormes ergiebt. Augen äusserlich normal: Cornea durchsichtig, vordere Kammer etwas eng, Humor aqueus klar, Iris blau, Pupille unter Mittelweite, gut reagirend von reiner Schwärze. R. A.: S = 1, Hpm D + 1, Se und L normal. — L. A.: S < $\frac{20}{30}$. Se nach der Schläfenseite normal, oben und oben aussen bis 45, oben innen bis 40, innen 35, unten innen 10, unten 5, unten aussen 30, also in der unteren Hälfte stark eingeengt. Alle Farben werden innerhalb der Aussengrenzen, denen sie ungefähr proportional beschränkt sind, erkannt. L $\frac{1}{30}$, Spannung deutlich erhöht. —

Subjectiv giebt Z. an, alles wie durch einen Nebel zu sehen. Um eine Kerzenflamme erscheinen ihm farbige Ringe. Das linke Auge fühlt er voll und gespannt, als wenn es keinen Raum in der Augenhöhle habe.

Ophthalmoskop. Papilla optica besonders in der temporalen Hälfte von grünlichem Farbentone, die Lamina cribrosa sichtbar, scharfe Scleral- und Chorioidalgrenze, grosse und kleine Gefässe in normaler Zahl und Füllung bis auf die stark erweiterte, obere und untere Vene. Erstere verschwindet unmittelbar am Scleralringe, letztere senkt sich allmälig über denselben hinweg nach der gemeinschaftlichen Eintrittsstelle. Die obere und untere Arterie macht einen kaum sichtbaren Bogen nach hinten, alle übrigen Gefässe überschreiten den Rand, ohne ihre Ebene zu verändern. Die Stelle des Centralkanales liegt in der Mitte der Papille und dehnt sich stark nach oben aus, die in ihr liegenden Hauptstämme werden, während die Retina durch D — 1 deutlich erscheint, durch D — 6 scharf sichtbar, sie pulsiren spontan, Arterien sowohl, als Venen. —

Bald nach seiner Aufnahme in die Klinik erkrankt Z. an einer schweren Perityphlitis, von der er am 13. Juli hergestellt ist. Farbensinn und Gesichtsfeld sind unverändert geblieben, S. auf $\frac{20}{50}$, L auf $\frac{1}{44}$ gesunken.

Sclerotomie am 19. Juli 1882. Normaler Verlauf, am 27. Juli S = $\frac{20}{30}$, Arterienpuls verschwunden. Subjectiv wird angegeben, die Spannung sei normal, das Gesichtsfeld heller

geworden, objectiv sind die Grenzen des Gesichtsfeldes unverändert, die Resistenz wenig oder gar nicht vermindert.

Nach mehrwöchentlichem, ruhigem Verhalten des Auges sollen sich nach Angabe des Kranken die alten Symptome wieder eingestellt und allmälig gesteigert haben; schon bald nach Beginn des neuen Jahres behauptet er, dunkler, als vor der Operation, gesehen zu haben. Bei seiner zweiten Aufnahme in die Klinik finden wir das Aussehen des vorderen Augapfelabschnittes normal, die Medien klar, $S = \frac{20}{55}$, $L = \frac{64}{2}$, im Gesichtsfelde eine ausgesprochene Hemianopsie inferior, eine durch den Fixirpunkt gezogene Horizontale theilt dasselbe in eine untere, blinde und eine obere, sehende Hälfte, deren Grenzen für Weiss und Farben den bei der ersten Untersuchung gefundenen Zahlen entsprechen. Die Papilla optica hat einen schmalen, glaucomatösen Ring, ist von grünlichem Farbentone, die Lamina cribrosa im Centralkanale und im oberen, temporalen Quadranten deutlich sichtbar. Der breite Centralcanal liegt ungefähr in der Mitte der Papille, in ihm erscheinen die grossen Gefässstämme dem blossen Auge als unbestimmt contourirte Schatten, mit D. — 7 deutlich und scharf begrenzt; mit demselben Concavglase lässt sich der Verlauf der oberen, grossen Vene bis an den Rand, an dem sie scharf abbricht, verfolgen, während die correspondirende Arterie etwas höher liegt. Die unteren Gefässe zeigen keine plötzliche Unterbrechung am Rande, sondern nur eine allmälige Einsenkung, sie sind bis in die Nähe des Centralkanals durch D. — 2 gut sichtbar, alle nasalen Gefässe überschreiten den Rand ohne Aenderung ihrer Ebene.

Iridectomie am 14. September 1883. Normaler Verlauf. Functionen seitdem unverändert. Patient giebt an, das Spannungsgefühl im Auge verloren zu haben, Kopfschmerzen und Verdunklungen haben sich nicht wieder eingefunden, eine Lichtflamme, die früher ungefähr 6fach vergrössert und von einem farbigen Feuerscheine umgeben erschien, hat jetzt ihre normale Grösse und scharfe Begrenzung.

Die Krankheitsgeschichte zeigt uns ein ausgesprochen chronisches Glaucom (nach Donders Glaucoma simplex) mit folgenden prodromalen Symptomen: Kopfschmerz, Spannungsgefühl im Auge, Nebligsehen, Regenbogensehen

um eine Kerzenflamme. Vermehrte Injection, Medientrübung fehlt während des ganzen Verlaufes, die Spannung ist dauernd erhöht, S. und L. mässig herabgesetzt. Das Gesichtsfeld zeigt Anfangs eine unvollständige, später eine vollkommene Hemianopsia inferior. Diesem Defecte entsprechend lässt sich durch die Untersuchung im aufrechten Bilde mit Sicherheit nachweisen, dass ausser dem Centralkanal die obere Hälfte der Papille und ganz besonders ihr temporaler Quadrant sehr viel stärker, als die untere, excavirt ist. Die Niveau-Differenz ergiebt sich aus der Verschiedenheit der Concavgläser D_2 und D_7, mit denen die Gefässcontouren deutlich erkannt werden, die tiefste Stelle liegt im Centrum der Papille. Warum die Excavation sich vom Centralkanale aus vorzugsweise nach oben entwickelt hat, ist nicht zu wissen, aber fest steht das Zusammentreffen horizontaler Hemianopsie mit einer Excavation, die wohl geeignet ist, die seltene Form der Gesichtsfeldanomalie zu erklären; denn dass die nach oben austretenden Faserbündel des Opticus der oberen Retina, mithin dem unteren Gesichtsfelde, correspondiren, wird kaum bestritten werden.

Unter solchen Umständen wird man sich leicht entschliessen, den Gedanken einer latenten Zerstörung der Stäbchen und Zapfen aufzugeben und vorziehen, die Amblyopie auf die Beschaffenheit der Opticus-Papille zurückzuführen. Entscheidet man sich aber für Annahme eines solchen Zusammenhanges, so muss man noch einen Schritt weiter thun und anerkennen, dass die relativ gute Farbenperception des oberen Gesichtsfeldes wohl verträglich ist mit dem weissen Reflexe der unteren Papillenhälfte. Damit würden alle Hypothesen und Schlussfolgerungen, welche den Antheil der glaucomatösen Papille an der Amblyopie mit dem Scheinbeweise von der Unverträglichkeit guten Farbensinnes mit atrophischer (?) Papillenverfär-

bung zurückzuweisen bestrebt sind, als hinfällig aufgegeben werden müssen. Für alle diejenigen, welche nach abgelaufener Neuritis optica die sogenannte atrophische Verfärbung oft genug mit vollkommen normaler Function zusammen beobachtet haben, bedurfte es kaum mehr eines neuen Beleges für die scheinbare Paradoxie, die alles Befremdende verliert, sobald man die unbegründete Vorstellung von der Identität einer weiss verfärbten und einer atrophischen Papille aufgiebt.

Der Uebergang der prodromalen Erscheinungen in das chronische Glaucom hat auch in dem uns vorliegenden Falle nicht nachgewiesen werden können; denn schon bei der ersten Vorstellung des Kranken fand sich partielle Randexcavation, Abnahme des centralen, des peripheren Sehens und des Lichtsinnes, die anamnestischen Angaben aber lassen in dem ganzen Zeitverlaufe keinen Moment deutlich hervortreten, der den Charakter eines Wendepunktes zum Schlechteren verriethe. Keine Injection, keine Entzündung, keine plötzliche Abnahme des Sehvermögens, selbst die Verschleierung des ganzen Sehfeldes tritt, worauf vielleicht einiger Werth zu legen ist, nicht als plötzliche, flüchtige Obscuration, wie bei den bekannten Trübungen der Medien, sondern als ein constanter, sich allmälig verdichtender Nebel auf.

Der eigenthümlichen hemianopischen Gesichtsfeldbeschränkung wegen schliesse ich folgenden Fall an:

6. Johann M., 70 Jahre alt, ist auf seinem rechten, glaucomatös degenerirten Auge, eigner Aussage nach, unter kaum merklichen Symptomen allmälig erblindet, links haben sich in letzter Zeit Verdunklungen, Regenbogensehen, gleichseitige Kopfschmerzen gezeigt. Das äussere Auge ist normal, Cornea klein, vordere Kammer eng, Iris normal, Pupille von regelmässiger Weite, gut reagirend. Druck bedeutend erhöht. $S < \frac{1}{2}$, L $\frac{49}{2}$, Gesichtsfeldgrenze o 40, o a 55, a 85, a u 75, u 40, innerhalb dieser Grenzen werden die Farben deutlich

empfunden. — Ophthalmoskop.: Die nasale Hälfte der Papille ist roth, am Uebertritte der Gefässe über ihren Rand keine Spur von Verschiebung, die temporale Hälfte und die Gegend des Centralkanals grünlich, gefleckt, die Gefässe unmittelbar am Rande scharf abgeknickt. In der Tiefe des Centralkanals sieht man die Gefässstämme einigermassen deutlich erst mit D. — 7, während die Punkte der Lamina cribrosa im unteren, äusseren Quadranten mit D. — 4 wahrgenommen werden.

Die allmälige Entwickelung der Excavation haben wir leider nicht verfolgen können; wahrscheinlich hat sie sich vom Centralkanal temporalwärts und gleichzeitig etwas nach oben und unten erstreckt; dabei sind allmälig alle die temporale Netzhauthälfte versorgenden Nervenfasern vollständig zu Grunde gegangen, während die für die nasale Hälfte bestimmten im Niveau und leitungsfähig geblieben sind. Es würde mehr Skepsis, als ich auftreiben kann, dazu gehören, wenn man ein solches Zusammentreffen von Gesichtsfeldbeschränkung und Augenspiegelbefund für zufällig halten wollte. Stellten wir uns die Aufgabe, für eine durch Druckexcavation entstandene Hemianopsia nasalis schematisch den Spiegelbefund der Papilla optica zu entwerfen, wir würden kein anderes Bild zu Staude bringen können, als das vorliegende: normale nasale, excavirte temporale Hälfte, normaler Gefässübergang im nasalen, scharfes Abknicken der Gefässe im temporalen Theil. So scharfe Grenzen zwischen der gesunden und kranken Hälfte der Papille sehen wir allerdings selten, gewöhnlich finden wir, ehe das Höhestadium erreicht ist, die Excavation temporal nur etwas weiter, als nasal, vorgeschritten, dem entsprechend zeigt das Gesichtsfeld höchst selten das Bild einer Hemianopsie, sehr gewöhnlich allseitige Einschränkung, am weitesten vorgeschritten in der nasalen Hälfte. Wo ausnahmsweise die Aussengrenzen ein anderes Bild ergeben, zeigt sich der glaucomatöse

Charakter des Gesichtsfeldes an der Form der Farbengrenzen.

7. A. H., 57 Jahre alt, bemerkt eine Abnahme des Sehvermögens auf dem *linken* Auge seit etwa einem Jahre. Kurz vorher hat er nach Spaltung eines kleinen Karbunkels im Nacken ein schweres und schmerzhaftes Krankenlager durchgemacht. Von entzündlichem Erscheinen am Auge will er Nichts wissen, ein wenig Kopfschmerz und deutliche Abnahme der Sehkraft sollen bisher die einzigen Symptome gewesen sein. Erst als man ihn eine Flamme fixiren lässt, bemerkt er vor derselben eine neblige Scheibe, in der gelbe, rothe und blaue Farben auftauchen, auch erinnert er sich jetzt, mitunter Stunden lang am Tage alle Gegenstände etwas verdunkelt gesehen zu haben. Sein rechtes Auge ist normal, das *linke*, auf Rath eines Arztes seit einigen Tagen mit Eserin behandelt, lässt äusserlich nichts Pathologisches wahrnehmen. Die Cornea ist durchsichtig, die vordere Kammer klar, sehr eng, Iris und Linse stark vorgerückt, Pupille schwarz, Druck deutlich erhöht. Nach Einträufelung eines Tropfens Homotropin dilatirt sich die Pupille allmälig ad maximum, das *Ophthalmoskop* zeigt eine gleichmässig rothe Pupille, aber der Reflex ist wenig leuchtend, und, trotzdem keine beweglichen Opacitäten sichtbar sind, erscheint der Augenhintergrund im aufrechten Bilde so trübe, dass von einer genauen Untersuchung der Papilla optica keine Rede sein kann. Bei intensiverer Beleuchtung mit dem Concavspiegel tritt das umgekehrte Bild deutlich genug hervor, um das scharfe Abknicken der grossen Gefässe am oberen und unteren und eine mässige Verschiebung am nasalen Rande erkennen zu lassen. Die dünnen, temporalen Aeste entziehen sich in dem matt beleuchteten Bilde der Untersuchung. Der Centralcanal ist stark verbreitert, in seiner Tiefe und in seiner Nachbarschaft die Lamina cribrosa sichtbar, die Farbe der Papille an keiner Stelle weiss oder grünlich, im Ganzen schmutzig roth. $S = \frac{20}{100}$, $L = \frac{25^2}{2^1}$, *Gesichtsfeld für Weiss*: o 50, o i 40, i 40, u i 45, u 50, u a 40, a 50, a o 35; *Gesichtsfeld für Farben* (die Blaugrenze wird genügen, da Roth und Grün innerhalb derselben erkannt werden): o 35, o i 30, i 0, i u 0, u 0, u a 25, a 30, a o 20.

Bemerkenswerth ist zunächst, dass bei ausgesprochen chronischem Verlaufe ohne die geringste Andeutung ciliarer Injection, ohne eine Spur von Trübung der Cornea und des Kammerwassers eine nicht unerhebliche, diffuse Glaskörpertrübung besteht, die nur aus der dichten Verschleierung des Hintergrundbildes erschlossen werden kann. Dem Patienten, der ein vollkommen sehtüchtiges rechtes Auge hat, hatte sie keine besondere Sehstörung verursacht, die chromatischen Zerstreuungsbilder mussten ihm erst durch den Beobachter bemerklich gemacht werden. Auch der Beobachter hätte durch eine flüchtige Untersuchung im umgekehrten Bilde über die Beschaffenheit des Glaskörpers leicht getäuscht werden können; das aufrechte Bild und der lichtschwache Planspiegel beseitigten jeden möglichen Zweifel. Ob die auffallend starke Herabsetzung des Lichtsinnes nicht mit durch die Trübung bedingt gewesen sein mag?

Von weiterem Interesse war die Beschaffenheit des Gesichtsfeldes. Nach der Farbe der Papille und der mässigen Tiefe der seitlichen Ausbreitung der Excavation war eine erhebliche Einschränkung nicht vorauszusetzen, aber immerhin musste eine engere Begrenzung nach der Nasenseite erwartet werden und nicht eine fast concentrische. Das Verhalten der Farbengrenzen gab die Erklärung, es bestand fast genaue Hemiopie für Farben, die Grenze für Blau überschritt nach der Schläfenseite nicht eine durch den Fixirpunkt gezogene Verticale. Entsprechend also der noch fast normalen Färbung der Papille war nur ein kleiner Theil der Nervenfaserbündel, die zur äussersten Peripherie hinziehenden, vollkommen leitungsunfähig, das Unterscheidungsvermögen für hell und dunkel war in einer fast kreisförmig die Macula umgebenden Zone erhalten geblieben, aber der weiter vorgeschrittene Verfall der temporalen Fasern verrieth sich durch die Unempfindlichkeit für alle Pigmente.

8. Carl H., 42 Jahre alt, technischer Fabrik-Director, viel mit schriftlichen Arbeiten und genauem Zeichnen beschäftigt, leidet seit 10 Jahren an Anfangs spinnwebartigen, dann dichteren Verdunklungen, die besonders unter dem Einflusse von Aufregungen und langem Schreiben sich auf dem linken Auge einstellen. Die gewöhnliche Zeit der Anfälle sind die Abendstunden, während deren dann die Gasflamme nicht scharf con-

tourirt, sondern von Strahlen und Kreisen in Regenbogenfarben umgeben erscheint. In den verschieden langen, freien Intervallen soll das Auge Jahre lang normal geblieben, erst in ganz letzter Zeit etwas schwächer geworden sein. Von Röthung, Thränen, Lidgeschwulst will Patient Nichts wissen, ab und zu aber einen mässigen Schmerz im Auge und dessen nächster Umgebung empfunden haben. Seit dem letzten Anfalle sind 3 Wochen vergangen.

Status präsens: Augenlider und Conjunctiva normal, auf der Oberfläche des Auges einige dilatirte, vordere Ciliarvenen, Cornea, abgesehen von einer dünnen, centralen, alten Macula, durchsichtig, vordere Kammer flach, Humor aqueus klar, Iris scheinbar unverändert, Pupille etwas erweitert, träge reagirend, von normaler Schwärze, Linse und Glaskörper durchsichtig, Druck hoch. Papilla optica von einem schmalen, glaucomatösen, gelblichen Ringe umgeben; an ihrem Rande treten sämmtliche Gefässe ein wenig nach hinten und nasalwärts, die periphere Zone der Papille nimmt ein überall gleich breiter, grauröthlicher Ring von Nervenfasern ein, an dessen Grenze gegen den Centralkanal die Gefässe eine zweite, stärkere Knickung nach hinten zeigen, um in die nasalwärts und sehr tief liegenden, grossen Gefässstämme einzumünden. Die ganze Oberfläche der Papille mit Ausnahme der peripheren Nervenmasse giebt das Bild einer sehr breiten, nach der Eintrittsstelle der Gefässe sich vertiefenden Excavation, in der man deutlich die Maschen der Lamina cribrosa sieht. S mit — 2,5 D. = $\frac{20}{200}$, Se nasal wenig eingeschränkt, Farbengrenzen entsprechend, L. = $\frac{36}{2}$. — Während der sich lang hinziehenden Untersuchung klagt H. über zunehmende Verschleierung des Sehfeldes, zwei Stunden später zeigt das durch Eserin für die Operation vorbereitete Auge excessive Drucksteigerung und exquisite, glaucomatöse Medientrübung ohne Injection.

Iridectomie nach oben. Normaler Verlauf. Unmittelbar nach Beendigung der Operation ist die Pupille schwarz, der Druck subnormal. Die scheinbar gesunde Iris leistet beim Hervorziehen und Abschneiden ungewöhnlichen Widerstand. Schnelle Heilung. In der zweiten Woche nach der

Operation $S = \frac{20}{50}$, Se und L unverändert, seitdem kein Rückfall.

Es handelt sich um ein zehnjähriges, sogenanntes Prodromal-Stadium. Genaues über die Dauer desselben lässt sich nicht bestimmen, da wir auf die Angaben des Kranken, der in der letzten Zeit Abnahme des Sehvermögens auch in den freien Intervallen empfunden zu haben angiebt, allein angewiesen sind. Im Laufe der Zeit scheint der Centralcanal, der auf dem rechten Auge nur einen kleinen Ring in der Mitte der Papille bildet, sich fast bis gegen die Peripherie hin verbreitert und gleichzeitig vertieft zu haben; an seiner Grenze fallen die Gefässe, die am Papillenrande nur wenig verschoben sind, steil in die Tiefe. Es besteht also eine alte, tiefe glaucomatöse Excavation in der Mitte und wahrscheinlich eine jüngere, sehr unbedeutende am Rande. Dem fast normalen Gesichtsfelde entspricht das zwar seitwärts verdrängte, aber deutlich sichtbare Lager von Nervenfasern, der centralen Amblyopie und dem nasalen Gesichtsfelddefecte die starke Verschiebung der temporalen Bündel. Das Verhalten des Lichtsinnes bleibt unerklärt, wenn man sich nicht zu der ziemlich plausibeln Annahme verstehen will, dass die Sehnervenfasern unter dem Einflusse einer gewissen Compression ebenso gedämpfte Lichtempfindung, wie die Hautnerven bei Compression der peripheren Verzweigungen gedämpfte Tastempfindung vermitteln. — Der ganze Verlauf der Krankheit zeigt uns den Uebergang prodromalen Glaucoms in Glaucoma chronicum unter dem Bilde einer vom Centrum nach der Peripherie fortschreitenden Opticus-Excavation. Für eine mässige Betheiligung des Chorioidal-Tractus spricht das Verhalten der Iris und der brechenden Medien während der letzten Obscuration. Aetiologisch werden Aufregungen und anhaltende Abend-Arbeiten angeschuldigt,

Momente, von denen schwer einzusehen ist, wie sie zehn Jahre lang nur auf ein Auge einwirken, das zweite frei ausgehen lassen sollen, wenn nicht von Hause aus eine Verschiedenheit in beiden Augen bestanden hat. —

Die letzten drei Krankheitsgeschichten sollen Typen zeichnen von dem Verlaufe des chronischen Glaucoms mit allen prodromalen Symptomen, mit Schmerzen allein und ohne jedes prodromale Symptom.

9. Frau B., 65 Jahre alt, ist von Jugend auf im Wesentlichen gesund gewesen, hat in sechszehnjähriger Ehe vier normale Entbindungen durchgemacht und bis vor 7 Jahren auf beiden Augen gleich gut und scharf gesehen. Vor 7 Jahren ist innerhalb eines Jahres die Sehkraft des rechten Auges ganz allmälig ohne Zeichen einer Entzündung unter heftigen Schmerzen in der rechten Kopfhälfte vollständig erloschen. Das Sehvermögen des linken Auges hat sich bis zum Frühjahre dieses Jahres gut gehalten. Seit dieser Zeit bemerkt Patientin häufig, dass unter heftigen, reissenden und stechenden Schmerzen in der linken Kopfhälfte Obscurationen auftreten, und dass in solchen Zeiten das Licht einer Lampe matt erscheint und umgeben von hellen, in den Regenbogenfarben schillernden Ringen.

Status präsens 2. November 1882. Lider und Conjunctiva normal, die grossen Stämme der vorderen Ciliargefässe nicht dilatirt, Cornea im Centrum matt angehaucht, vordere Kammer eng, Humor aqueus leicht getrübt, Iris durch Atropin ad maximum dilatirt, im Glaskörper keine geformten Opacitäten. Opticus im aufrechten Bilde wegen diffuser Trübung kaum sichtbar, im umgekehrten Bilde roth mit breitem Centralkanal, in dessen Tiefe die Arterie pulsirt. Druck höher, als der des rechten an Glaucom erblindeten Auges. $S = \frac{20}{200}$. $L = \frac{1}{25}$, Gesichtsfeld normal. — Iridectomie. Heilung mit $S = \frac{20}{40}$, $L = \frac{1}{4}$.

Der Fall kann auch als Prodromal-Stadium eines acuten Glaucoms aufgefasst werden. Das ausserhalb des

Anfalles vollkommen normale Aussehen des Auges, das lange Bestehen der Kopfschmerzen, Obscurationen und des Farbensehens ohne sogenannte Entzündung, das Schicksal des erst erblindeten Auges bestimmen mich, ihn unter die chronischen zu rechnen, die ja bekanntlich oft genug in acute übergehen. An einer Rand-Excavation hat's zwar gefehlt, aber der ausgedehnte Centralcanal mit pulsirender Arterie darf wohl als ein Druck-Symptom von stationärer Beschaffenheit angesehen werden.

10. Malwine K., 47 Jahre alt, eine sehr verständige Kranke, die genau beobachtet zu haben scheint, giebt an, schon seit mehreren Jahren in der Umgebung des rechten Auges Schmerzen gehabt zu haben und zugleich die Empfindung, als ob das Auge sich verkleinere. Seit dem Sommer 1882 sollen die Schmerzen sich gesteigert, die Sehschärfe für die Ferne abgenommen haben, aber erst 8 Tage vor ihrer Aufnahme in die Klinik (29. Decbr. 1882) sei sie durch die Empfindung eines constanten Nebels vor dem rechten Auge geängstigt worden.

Status präsens: L. A. normal. Mit concav-cylindrisch 2 D Achse horizontal S = 1. — R. A. An der Oberfläche einige erweiterte Ciliargefässe, Cornea wie matt angehaucht, vordere Kammer und Humor aqueus normal, Iris etwas dunkler, als die linke, hellblaue, ihre Zeichnung verwischt, Pupille rund, ein wenig dilatirt, am nasalen Rande durch kleine Synechien fixirt, in deren unmittelbarster Nähe eine stecknadelknopfgrosse Lücke im Gewebe; bei einfallendem Licht dilatirt die Pupille, bei Beschattung contrahirt sie sich. Druck stark erhöht. Ophthalmoskopisch erscheint der Glaskörper klar, der Hintergrund normal, die Papilla optica grünlich, in der Mitte sehr tief excavirt mit sichtbarer Lamina cribrosa, am Rande erheblich weniger, aber immer noch tief genug, um die vertical verlaufenden Gefässe verschwinden und erst nach einer seitlichen Verschiebung in der Tiefe wieder auftauchen zu lassen. $S = \frac{1}{10}$ mit Dp. — 2, $L = \frac{1}{20}$, Se wenig beschränkt, am meisten oben bis 40°, Farben vorhanden. Obscurationen und Farbigsehen werden mit Bestimmtheit in

Abrede gestellt. Iridectomie. Nach 8 Tagen Herstellung, $S = \frac{1}{2}$ mit $-1{,}5$ D., $L. = \frac{1}{6}$, Resistenz subnormal.

Die Eigenthümlichkeit des Krankheitsverlaufes liegt darin, dass die intelligente und gut beobachtende Kranke mit Sicherheit angiebt, nie eine Exacerbation bemerkt zu haben. An Kopfschmerzen ist sie seit Jahren von verschieden Aerzten behandelt worden, ohne dass ihr Sehvermögen merklich abgenommen hat, seit einem halben Jahre aber ist ihr Sehfeld neblig, in den letzten 8 Tagen sehr schnell dunkler geworden. Das relativ gute, periphere Sehen wird durch die bis an die Peripherie sichtbaren Sehnervenfaserbündel vermittelt, die trotz Gefässknickung und weisser Farbe nicht vollkommen atrophisch geworden sind, die centrale Amblyopie $\left(S = \frac{1}{10}\right)$ wird auf Excavation der zunächst dem Centralkanal benachbarten Fasern geschoben werden müssen.

11. Amalie F., 76 Jahre alt, hat vor 12 Jahren auf beiden Augen gleich gut gesehen, trägt seit 12 Jahren eine Convexbrille für die Nähe. Vor $3^1/_2$ Jahren schloss sie zufällig ihr linkes Auge, das rechte war fast vollkommen erblindet; seit dieser Zeit ist auch das linke mehr und mehr neblig geworden. Kopfschmerz, Verdunklungen, Regenbogensehen ist nie beobachtet worden. Status präsens: Keine Gefässausdehnungen auf der Sclera, Cornea leicht getrübt, vordere Kammer flach, Iris normal, Pupille rund, mittelweit, träge reagirend, Druck hoch. R. A.: S = Bewegungen der Hand. L. A.: S mit $+ 2{,}5$ D. $= \frac{20}{70}$, $L = \frac{1}{4}$, Se o 10, o a 35, a 85, a u 80, u 70, u i 45, i 0, i o 0. Ophthalmoskopisch: L. Papilla an der Schläfenseite von einem gelben, glaucomatösen Ringe umgeben, temporale Hälfte stark excavirt, grünlich, nasale Hälfte roth, Gefässe oben, unten und an der Schläfenseite hakenförmig umgebogen. R. Excavation tiefer, die ganze Papille grünlich, alle Gefässe am Rande hakenförmig umgebogen, glaucomatöser Ring um die temporale Hälfte. —

Beiderseits Sclerotomie. Schnell fortschreitender Verfall des Sehvermögens. Nach 3 Monaten Iridectomie. Seitdem Stillstand. —

Die mitgetheilten Krankheitsgeschichten sollen das chronische, nicht entzündliche Glaucom illustriren. Besonders ungewöhnliche, seltene Fälle anzuführen habe ich unterlassen, weil es mir zunächst darauf ankam, das typische Krankheitsbild möglichst rein darzustellen. Die therapeutische Frage oberflächlich zu streifen, wäre nicht der Mühe werth gewesen, ihre richtige Beantwortung ist nur durch statistische Untersuchungen, die in den Rahmen dieser Abhandlung nicht hineinpassen, möglich. Von wesentlicher Bedeutung war für mich, die Entwickelung des klinischen Bildes auf Grund der Anamnese zu studiren und den Zusammenhang zwischen der Functionsstörung und den sichtbaren, pathologischen Veränderungen verstehen zu lernen.

Als ein nicht unwichtiges Resultat der vorstehenden Untersuchung möchte ich den klinischen Nachweis ansehen, dass die Diagnose des Glaucoma chronicum von dem Auftreten der sogenannten glaucomatösen oder Rand-Excavation nicht abhängig zu machen ist, dass vielmehr die Rand-Excavation immer ein spätes Stadium des Processes bezeichnet, das für therapeutisches Eingreifen nicht abgewartet werden sollte. Vielleicht ist die Mehrzahl der operativen Misserfolge auf zu spätes Einschreiten zu beziehen, veranlasst durch ungenügende Berücksichtigung gewisser prodromaler Symptome zu einer Zeit, in der die Niveauverhältnisse der Papilla optica noch die normalen waren.

Von pathologisch-anatomischer Seite ist vor Kurzem darauf hingewiesen worden, dass auch die glaucomatöse Excavation am tiefsten etwa in der Mitte der Papille, in der Gegend des Centralkanales, zu sein und sich allmälig

nach der Peripherie hin abzuflachen pflegt. Andeutungen über die Möglichkeit, dass eine physiologische Excavation durch allmälige Verbreiterung das Aussehen einer glaucomatösen annehmen, vielleicht sich in eine solche umwandeln könne, finden sich zu verschiedenen Zeiten zerstreut in der klinischen Literatur, ohne dass die Frage genauer und an einer grösseren Zahl von Beispielen untersucht worden ist. Der nächstliegende Grund dafür, dass wir über diesen wichtigen Punkt noch wenig Auskunft haben, dürfte der Mangel an Beobachtungsmaterial und die Schwierigkeit der Beobachtung sein. Welche unter den zahllosen, sogenannten physiologischen Excavationen soll man auswählen, um durch häufiges Ophthalmoskopiren in gewissen Intervallen festzustellen, ob die Excavation stationär bleibt oder fortschreitet? Wie schwer ist es, genau die Breiten- und Tiefengrenze zu bestimmen, die wir doch kennen müssen, wenn wir über das Fortschreiten der Excavation etwas Sicheres aussagen sollen!

In der That glaube ich, dass wir auf dem Wege häufig wiederholter Untersuchungen schwer an's Ziel gelangen werden, es sei denn, dass der Zufall uns Kranke mit prodromalen Glaucomsymptomen und normaler Papilla optica zuführt, die sich für einen längeren Zeitraum wiederholte, ophthalmoskopische Untersuchungen gefallen lassen. Aber dieser directen Beobachtungen bedarf es kaum. Wenn wir ausnahmslos oder mit verschwindend seltenen Ausnahmen bei nicht zu weit vorgerückter Randexcavation ophthalmoskopisch nachweisen können, dass die Stelle des Centralkanals am weitesten nach hinten gerückt ist, wenn ebenso oft die an den Centralkanal grenzende temporale Partie ihr Niveau in gleichem Sinne verändert, wenn bei zweifelhaftem, einseitigem Glaucoma chronicum ohne Randexcavation der Centralkanal auf dem kranken Auge immer tiefer und breiter gefunden wird, als auf dem gesunden, wenn endlich bei vorgeschrittenem Glaucoma chronicum

niemals der Rand der Papille tiefer liegt, als ihr Centrum, dann können wir auf den directen Beweis für die Möglichkeit eines Ueberganges von der physiologischen Excavation zur glaucomatösen fast verzichten. Nur möchte ich nicht gelten lassen, dass die centrale Grube sich nach allen Seiten hin gleichmässig ausdehnt. Anfangs pflegt's in die Tiefe zu gehen, dann nach der Schläfenseite und häufiger nach dem unteren, als dem oberen Quadranten, im weiteren Verlaufe erst folgt die obere und untere Randpartie, bis endlich auch die dichten, in der nasalen Papillenhälfte angehäuften Faserbündel ausweichen.

In dieser Reihenfolge ungefähr scheinen die verschiedenen Stadien der glaucomatösen Excavation sich auseinander zu entwickeln. Beispiele von Excavation am oberen oder unteren Rande bei engem und flachem Centralkanal, bei hochliegender temporaler Papillenhälfte dürften fast so seltene Ausnahmen sein, als Excavation der nasalen Hälfte bei normaler temporaler und normalem Centralkanal, die jemals gesehen zu haben, ich mich nicht erinnere. Dagegen ist das ophthalmoskopische Bild einer erheblichen Verbreiterung des Centralkanals nach aussen, unten und oben, verbunden mit Zurückweichen der temporalen Papillenhälfte ohne Gefässknickung am oberen und unteren Rande, gewöhnlich genug, um von jedem gekannt zu sein, der sich mit der Untersuchung des Augenhintergrundes nicht gar zu oberflächlich abgegeben hat.

Schon diese Regelmässigkeit in dem zeitlichen Zurückweichen der verschiedenen Zonen der Papille legt es nahe, die Ursache der Excavation in gesteigertem Druck zu suchen, zumal da der anatomische Bau der Papille eine solche Annahme wohl unterstützt. Das Fehlen der Nervenfasern im Centralkanal, ihre spärlichere Verbreitung in der temporalen Hälfte, ihre Anhäufung am oberen und unteren Rande, vorzugsweise aber in der nasalen Hälfte lässt sich mit dem ophthalmoskopischen Bilde der fortschreitenden

glaucomatösen Excavation unter der Voraussetzung, dass die Resistenz mit der Zunahme der Nervenfaserbündel wächst, vortrefflich in Einklang bringen. Fraglich bliebe nur, ob der Druck gleichmässig in der Richtung nach hinten vom Glaskörper ausgeht, ob die in den Centralkanal eingedrungene Glaskörpermasse von hier aus nach allen Seiten gleichmässig gegen die Umgebung drängt oder ob, wie es mir am wahrscheinlichsten ist, die Kraft in beiden Richtungen gleichzeitig wirkt. Auf eine Beantwortung dieser Frage durch directe Beobachtung müssen wir verzichten.*)

Wenn es nun eine Thatsache ist, dass wir das Zurückweichen des Centralcanals und seiner Nachbarschaft, die sogenannte Verbreiterung der physical. Excavation, ohne Randexcavation als ein pathologisches Symptom ansehen dürfen, so drängt sich im einzelnen Falle zunächst die Frage auf: wie unterscheiden wir im ophthalmoskopischen Bilde, ob wir eine gesunde oder eine pathologisch eingesunkene Papille vor uns haben? Ich will nicht gradezu in Abrede stellen, dass sich bei genauer Untersuchung eines sehr grossen Materiales charakteristische Unterschiede ermitteln lassen werden, die mir zum Theil in der Art des Ueberganges zwischen gesunder und kranker Zone, zum Theil in der Farbe der kranken Partien zu liegen scheinen, verzichte aber vorläufig auf solche Criterien, da meine eigenen Untersuchungen noch zu keinem Abschlusse geführt haben, und von anderer Seite, soviel ich weiss,

*) Gegnerischen Bemerkungen gegenüber, will ich ausdrücklich erklären, dass ich als Ursache für alle an der Papilla optica sichtbaren Veränderungen keineswegs allein die mechanische Drucksteigerung in Anspruch nehme, sondern unbedingt das Bestehen trophischer Störungen zugebe, die pathologisch-anatomisch erwiesen und auch ophthalmoskopisch oft genug beobachtet sind. Ich sehe aber keinen Grund anzunehmen, dass mit den trophischen Alterationen auch das Resistenzverhältniss der einzelnen Papillenbezirke zu einander sich ändert, ehe der Beweis dafür erbracht ist.

der Versuch einer solchen Unterscheidung durch das Auge allein mit Erfolg nicht unternommen worden ist. Ich gebe also vorläufig die Möglichkeit einer solchen Differentialdiagnose aus dem ophthalmoskopischen Bilde allein auf. Zunächst liegt dann der Gedanke nahe, dergleichen Fälle bis zum unzweifelhaften Erweise fortschreitender Excavation in Beobachtung zu behalten; aus längerem Stillstande würde selbstverständlich auf physiologisches Verhalten nie geschlossen werden dürfen. Gewiss hat man sich dieses diagnostischen Mittels mitunter bedient und mehr noch bedienen wollen, aber gewiss wird auch die Geduld der Kranken früher oder später zu Ende gegangen, vielleicht auch durch langes Abwarten die günstige Zeit zum Eingreifen versäumt worden sein. Ich beschränke desshalb diese Methode der Untersuchung auf alle Fälle, in denen uns alle anderen im Stiche lassen, sehe von dem ophtalmoskopischen Bilde als einem unzuverlässigen Krankheitszeichen ab und orientire mich darüber, ob anderweitige prodromale Symptome aufzufinden sind. Welchen Werth wir diesen Symptomen beizulegen haben, soll im Folgenden besprochen werden.

Von der Drucksteigerung wissen wir gerade beim Glaucoma simplex, dass sie weder constant zu sein braucht, noch immer leicht nachweisbar zu sein pflegt; wo wir sie in Verbindung mit einer auffallend breiten, physiologischen Excavation constatiren können, halte ich die Diagnose für gesichert und die Indication zu medicamentösem oder operativem Einschreiten für gegeben. Die Zahl der Fälle, in denen wir auf dieses einzige, objective Symptom des Gl. chron. angewiesen sind, ist nicht gross, wenn auch grösser als gewöhnlich angegeben wird; es gehört zu den seltenen Ausnahmen, dass nicht gleichzeitig, wenigstens über eine Abnahme des Sehvermögens geklagt wird.

Ich habe absichtlich unter den Paradigmen der verschiedenen Krankheitsverläufe auch den Status einer beider-

seitig fast vollständig erblindeten Frau (No. 11) mit tiefer randständiger Excavation mitgetheilt, die auf wiederholte Anfragen nach allen möglichen Glaucomsymptomen hartnäckig antwortete, sie habe nie die geringste abnorme Wahrnehmung gemacht, als die einzige, dass das ganze Gesichtsfeld von einem immer dichter werdenden Nebel eingehüllt werde. Bei Leuten niedrigen Bildungsgrades, die sich wenig beobachten, für geringe Störungen ihres Befindens wenig Empfindung und noch weniger Gedächtniss haben, stösst man namentlich, wenn ein Auge gesund ist, oft auf ähnliche Angaben, bei Patienten, die eine höhere Culturstufe einnehmen und beiderseitig erkrankt sind, gehören sie zu den Seltenheiten. Genug, sie kommen, wie oben gezeigt ist, vor, der Arzt hat ein zweifelhaftes Opticusbild und Amblyopie zur Beurtheilung, wie stellt er sich zur Diagnose?

Die Form der Amblyopie und die Art ihrer Entwickelung muss den Ausschlag geben. Handelt es sich um Störungen des Farbensinnes, so ist Glaucom aus bekannten Gründen auszuschliessen; dasselbe gilt für alle Unterbrechungen des Gesichtsfeldes mit alleiniger Ausnahme des centralen Scotoms, das übrigens, so lange nicht Drucksteigerung sicher nachweisbar ist, nicht zur Annahme eines glaucomatösen Processes berechtigt. Ist das periphere Sehen allein oder das centrale und periphere zugleich herabgesetzt, so entscheidet die periphere Farbenempfindung. Einschränkung der Aussengrenze bei stark verengten Farbengrenzen oder gar bei fehlendem Grün deutet auf eine Erkrankung des Sehnervenstammes; Einschränkung der Aussengrenze namentlich im nasalen Gesichtsfelde bei relativ gut erhaltenem, peripheren Farbensinn auf einen glaucomatösen Process, das sogenannte minimale Gesichtsfeld hat keine bestimmte Bedeutung. Vorgerücktes Alter und allmälig fortschreitende Amblyopie können die Glaucom-Diagnose wahrscheinlich, jugendliches

Alter und stationäres Verhalten der Amblyopie für unwahrscheinlich machen. Im Ganzen müssen wir zugeben, dass aus der Abnahme des Sehvermögens und einer breiten, physiologischen Excavation kaum mit Sicherheit auf Glaucom geschlossen werden kann, so lange nicht zuverlässigere Symptome sich hinzugesellen.

Schon oben wurde erwähnt, dass erhebliche Druckschwankungen mit Tendenz zur Drucksteigerung und mehr noch constante Drucksteigerung genügt, um das chronische Glaucom frühzeitig, wenn sich an der Opticuspapille die ersten Andeutungen zeigen, zu erkennen, aber gleichzeitig wurde bemerkt, dass gerade das chronische Glaucom, von dem hier allein die Rede ist, in seinen frühen Stadien deutlich tastbare Spannungsvermehrung des Augapfels meistens vermissen lässt. Von um so grösserer Bedeutung für die Diagnose sind deshalb zwei subjective Symptome, die selten fehlen und eben so selten bei anderen Krankheiten angetroffen werden, die periodischen Obscurationen und das periodische Sehen von Regenbogenfarben um eine Flamme. Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich behaupte, dass gerade die subjective Obscuration in ihrem typischen Auftreten entweder als diffuser Nebel unmittelbar nach dem Erwachen, der sich im Laufe der Vormittagsstunden mehr und mehr verliert, um am folgenden oder einem der nächsten Tage ohne alle Veranlassung wiederzukehren, — oder als gleichmässige Verdunklung des ganzen Gesichtsfeldes bei künstlicher Beleuchtung unter dem Einflusse accommodativer Anspannung, mässiger Blendung oder psychischer Erregung (anstrengende, schriftliche Arbeiten, Kartenspiel, Eintritt in grell beleuchtete Räume etc.), — oder endlich als eine mit gleichseitigem, mässigem Kopfschmerz ab- und zunehmende Verfinsterung bei keinem anderen, als dem glaucomatösen Augenleiden, angetroffen wird. Gern gebe ich zu, dass es im gegebenen Falle,

namentlich in frühen Stadien, zweifelhaft sein kann, ob man ein rein nervöses oder anämisches Symptom, eine transitorische Anästhesia retinae vor sich hat, die bekanntlich auch gerade Accommodationsanstrengungen, Blendungen, psychischen Erregungen folgt und die verschiedenen Kopfschmerzformen begleitet, aber unter den pathologischen Ernährungsstörungen des Auges finden wir keine, der dieses höchst charakteristische Symptom angehört. Die Diagnose würde also nur zwischen Glaucom oder einem reinen Nervenleiden schwanken, und wie ich glaube, nicht lange: Der Allgemeinzustand des Patienten, das gleichzeitige Sehen von Regenbogenfarben, die Unberechenbarkeit des Auftretens, während die nervösen Obscurationen sich unter gleichen Veranlassungen fast mit der Sicherheit eines Experiments erzeugen lassen, vielleicht auch der Einfluss der Medicamente (Eserin und Pilocarpin auf der einen, die verschiedenen Nervina auf der anderen Seite) werden schon nach kurzer Beobachtung die Diagnose sicher stellen.

Alle anderen Symptome mit Ausnahme des gleichseitigen Kopfschmerzes, dessen beiläufig erwähnt worden ist, kommen nicht in Betracht: etwaige Veränderungen des Refractions- oder Accommodationszustandes sind von zweifelhafter Bedeutung und schwer zu controliren, wenn man die Kranken nicht vorher beobachtet hat; wichtiger wäre, wenn sie sicher als erworben constatirt werden könnte, eine für das Alter auffällige Accommodationsbeschränkung. Veränderungen der Iris und Pupille, Trübungen der Medien, Anästhesia corneae gehören den frühen Stadien des Glaucoma chronicum nicht an.

Demnach kommen wir zu folgendem Schlusse: Für die Diagnose des Glaucoma chronicum genügt jede Excavation der Papilla optica in Verbindung mit den subjectiven Symptomen der periodischen Obscuration und des Regenbogensehens um Flam-

men oder mit dem objectiven Symptom constanter Drucksteigerung. Abnahme des Sehvermögens, periodische Kopfschmerzen, unbestimmte Druckschwankungen sind von untergeordnetem, diagnostischem Werthe. Aus auffallender Härte des Augapfels allein die Diagnose zu stellen, ist mit Rücksicht auf die grosse Breite der physiologischen Resistenz, namentlich in senilen Augen, misslich, weniger wird man fehl gehen, wenn man Obscurationen allein als ein sicheres Prodromalsymptom betrachtet.

Wir dürfen jetzt zu dem Ausgangspunkt unserer Betrachtung zurückkehren, die uns zu dem Schlusse geführt hat, dass es verfehlt ist, die Randexcavation abzuwarten, ehe man sich zur Annahme eines Glaucoma chronicum entschliesst. In den periodischen Obscurationen haben wir sichere prodromale Symptome, die zu therapeutischem Eingreifen nöthigen, sobald irgend welche Stellen der Papilla optica (wahrscheinlich handelt es sich immer um den Centralkanal und seine nächste Umgebung) den Verdacht auf eine Druckexcavation rege machen. Ob wir in solchen Fällen mit Eserin oder Pilocarpin oder sonst auf medikamentösem Wege den Process coupiren können, ob wir sofort zur Iridectomie resp. Sclerotomie zu schreiten haben, darüber können nur klinische Massen-Experimente entscheiden. Aus meinem beschränkten Wirkungskreise habe ich bis jetzt den Eindruck gewonnen, dass der alten Irrlehre von der Nothwendigkeit der Rand-Excavation für die Diagnose manches Auge zum Opfer gefallen, mancher Misserfolg der Iridectomie nur auf Rechnung zu langen Zögerns zu stellen gewesen ist.

Dürfen wir mit so veränderter Anschauung noch in Graefe's Sinne von einem Prodromal-Stadium des Glaucoma chronicum sprechen? Ich glaube unbedingt: Ja. Flüchtigkeit und vollständige Restitutionsfähigkeit sollen die Cha-

raktere der prodromalen Symptome sein. So lange Drucksteigerung, Kopfschmerz, Obscurationen kommen und gehen, ohne dass das Niveau der Papilla optica zurückweicht, haben wir keinen stationären Zustand vor uns, mit dem Beginn der Excavation tritt die Krankheit in ein Stadium, das keine Naturheilung mehr zulässt und mit seltenen Ausnahmen zur allmäligen Zerstörung der in der Papilla optica zusammengedrängten Nervenfasern führt. —

Ein anderes Resultat, das mir aus einem Theile der vorangestellten Krankheitsgeschichten hervorzugehen scheint, ist die Abhängigkeit der Sehstörung von der Excavation. Ich weiss wohl, dass ich mich mit dieser Annahme in direktem Widerspruch zu Mauthner befinde, dass seiner Hypothese nach die Excavation erst in späten Krankheits-Stadien, die schon lange durch Erkrankung der Zapfen herabgesetzte Function weiter schädigen oder aufheben soll, weiss auch, dass der ursächliche Zusammenhang zwischen zwei so verschiedenen Dingen, wie Sehnerven-Excavation und Sehschwäche, sich nicht begrifflich, sondern nur auf dem Wege der Induction erweisen lässt, aber grade aus diesem letzten Grunde halte ich die Richtigkeit des ätiologischen Zusammenhanges aufrecht. Wenn wir regelmässig oder in der sehr grossen Mehrzahl aller Fälle in kranken Augen keine weiteren Veränderungen finden, als Excavation und Sehstörung, wenn mit der zunehmenden Excavation die Sehstörung zunimmt, wenn ausserdem noch die Functionsstörung von der Art ist, wie wir sie nach der anatomischen Beschaffenheit des Sehnerven voraussetzen müssen, dann dürfen wir schliessen: die Sehstörung ist eine Folge der Opticusveränderung. Findet sich ausnahmsweise ein gleich aussehendes Opticusbild, bei welchem einmal die Function normal geblieben ist, so beweist es nur den alten Satz, dass nicht Alles gleich ist, was gleich aussieht.

Ein Blick auf die Krankengeschichten, die nicht Curiositäten, sondern Beispiele verschiedener, gewöhnlicher Formen des chronischen Glaucoms enthalten, zeigt uns normale Aussengrenzen und centrale Amblyopie bei atrophischer Verfärbung der temporalen Opticushälfte ohne sogenannte glaucomatöse Excavation — verschiedene Grade der Gesichtsfeldbeschränkung, verbunden mit verschiedenen Graden centraler Amblyopie, finden sich bei mehr oder weniger ausgebreiteter temporaler und Rand-Excavation — in einem Falle von tiefer temporaler Excavation bis zum Rande mit gut erhaltener nasaler Papillenhälfte stossen wir auf ausgesprochene Hemianopsie mit fehlendem nasalen Gesichtsfelde, in einem anderen ist die untere Hälfte des Gesichtsfeldes defect bei tiefer Excavation des oberen, äusseren Papillenquadranten — von allen deutlich ausgesprochenen Rand-Excavationen zeigt nicht eine einzige normale Farben- und Aussengrenzen. Dürfen wir unter solchen Umständen Anstand nehmen, die dem chronischen Glaucom eigenthümlichen Sehstörungen von der Sehnervenerkrankung abhängig zu machen, zumal da uns selbst nach zehn- bis zwanzigjährigem Bestehen der Krankheit der Augenspiegel weder an der Macula lutea, noch in der Peripherie des Augenhintergrundes pathologische Veränderungen zeigt? Nachdem ich oben nachgewiesen, dass die gegen eine vom Sehnerven abhängende Amblyopie von Mauthner aus der Beschaffenheit des Licht- und Farbensinnes geltend gemachten Einwände nicht schwer wiegen, und damit eine Art negativen Beweises für die alte Lehre von der glaucomatösen Functions-Anomalie geführt habe, darf ich wohl für die positive Beweiskraft meiner casuistischen Mittheilungen einige Wahrscheinlichkeit beanspruchen. Ob wir jemals dahin gelangen werden, aus der Beschaffenheit der Papille eine bestimmte Form des Gesichtsfeldes abzulesen, bezweifle ich, weil mit atrophischer Verfärbung und Niveau-

veränderung nicht immer vollständige Leitungs-Unterbrechung verbunden ist, und ganz besonders, weil ein Theil der Leitungshemmung an der Lamina cribrosa, über deren Elasticitätsveränderung der Spiegel keinen Aufschluss giebt, zu Stande kommen kann, — dass aber die Beschaffenheit der Papille und die Sehfunction während des glaucomatösen Processes in dem Verhältniss von Ursache und Wirkung steht, darüber möchte ich, ehe die pathologische Anatomie das letzte Wort gesprochen hat, einen Zweifel nicht aufkommen lassen.

Dass ich mir die Excavation nicht mit Mauthner als die Folge einer völlig in der Luft schwebenden Chorioiditis, die den Sehnerven gewissermassen von seinem Bindegewebe frei präparirt, vorstelle, sondern mit Graefe an der Druckhypothese festhalte, darf nicht befremden. Kennen wir doch keine andere Augenkrankheit, als das Glaucom, in deren Verlaufe die Druckschwankungen eine so hervorragende Rolle spielen, die Drucksteigerung so constant wird, einen so enorm hohen Grad erreicht, kennen wir doch keine Hypothese, die alle wesentlichen, an der Papilla optica sichtbaren Veränderungen so vollkommen erklärt!

Ueber die Vorgänge innerhalb des Auges, an welche die Drucksteigerung gebunden ist, will ich meine Ansicht noch aussprechen, ohne näher darauf einzugehen, in welchen Punkten ich mich anderen Fachgenossen nähere, in welchen ich von ihnen abweiche.

Ich gehe von der durch zahlreiche Beobachtungen festgestellten Thatsache aus, dass der enucleirte glaucomatöse Augapfel längere Zeit nach seiner Entfernung aus der Augenhöhle noch erhöhte Spannung behält. Mithin ist die Drucksteigerung weder eine Folge stärkerer Muskelspannung, noch gesteigerten, allgemeinen Blutdrucks, sondern einer über den Zusammenhang des Auges mit dem Körper hinaus fortdauernden Inhaltszunahme. Dass

der Humor aqueus nicht vermehrt, sondern meistens und gerade in den schwersten Fällen erheblich vermindert ist, lehrt die tägliche Erfahrung, dass in der hinteren Kammer mit seltenen Ausnahmen keine Ansammlung von Flüssigkeit zu Stande kommt, zeigt der Verlauf der Iridectomie, dass weder starkes Oedem der Retina und Chorioidea besteht, noch von erheblichen Ergüssen zwischen den Membranen die Rede sein kann, wissen wir aus der ophthalmoskopischen Untersuchung während des Lebens, und nach zahllosen Analogien anderer Augenkrankheiten können wir mit Sicherheit annehmen, dass allein ein vermehrter Inhalt der Blutgefässe, eine allgemeine Hyperaemie, Drucksteigerung, wie wir sie aus dem Verlaufe des Glaucoms kennen, nicht bewirken kann.

So werden wir per exclusionem auf das Corpus vitreum als Ursache der Drucksteigerung hingewiesen.

Ueber die Structur des Glaskörpers, über seine Umhüllungshaut und das Bestehen des Petit'schen Kanals bestehen auch unter den neuen Anatomen noch Differenzen, die unsere Frage wenig tangiren, während das für uns Wichtige im Allgemeinen unbestritten angenommen ist. Wenn Merkel uns den Glaskörper als ein structurloses Gallertgewebe schildert, das nach schneller Verflüssigung an der Luft nur unbedeutende Reste membranöser Substanz zurücklässt, und Schwalbe von einer Gallerte spricht, deren spärliche, feste Substanz von reichlicher Flüssigkeit durchtränkt ist, so haben wir es mit identischen Auffassungen zu thun. „Man kann die Vertheilung beider Massen sich wohl am besten unter dem Bilde eines von reichlicher Flüssigkeit durchtränkten Schwammes denken", schreibt Schwalbe und fügt hinzu, „das schliesst nicht aus, dass an einzelnen Stellen die mit Flüssigkeit erfüllten Räume zusammenfliessen und feine der Oberfläche des Glaskörpers concentrische Spalträume bilden (J. Stilling)." Diese Spalträume durchsetzen die Rindenschicht der Glas-

körpergallerte, während der mit ihr continuirliche Kern frei von Spalträumen bleibt. Nur ein mit Flüssigkeit erfüllter Spaltraum ist von einer Membram, der Fortsetzung der Membrana hyaloidea, ausgekleidet, nämlich der Canalis hyaloideus, der von der Papilla optici mit einer leichten Erweiterung (Area Martegiana) beginnend, als ein 2 Mm. weiter Kanal den Glaskörper bis in die Nachbarschaft der hinteren Linsenfläche durchsetzt.

Eine Volumenszunahme des Glaskörpers werden wir uns vorzugsweise durch Füllung der corticalen Spalträume und Ausdehnung des Canalis hyaloideus entstanden denken müssen, da von mikroskopischen Formelementen, die etwa einem Wucherungsprocesse unterliegen könnten, im Glaskörper kaum die Rede ist.

Wie wir uns die Lage der einzelnen Theile des Auges unter dem Einflusse einer Ausdehnung des Glaskörpers vorzustellen haben, hängt nur wenig davon ab, wie wir uns die vordere Begrenzung des Glaskörpers denken. Nach Merkel existirt kein Petit'scher Kanal, nach ihm erstreckt sich der Glaskörper zwischen die Elemente der Zonula so weit hinein, dass ein Theil ihrer Fasern von Glaskörpersubstanz vollkommen umschlossen erscheint, nach Schwalbe trennt eine geringe Menge Flüssigkeit die vordere Wand des Kanals, die durch die Zonula, von der hinteren, die durch die Hyaloidea gebildet wird. Gleichviel, ob wir der einen Auffassung oder der anderen huldigen, um die Enge der vorderen Kammer, die Vorwölbung des Pupillartheils der Iris, das Vortreten der Linse zu erklären, muss angenommen werden, dass zu einer gewissen Zeit während der Entwickelung des glaucomatösen Processes der Druck im vorderen Abschnitte des Augapfels geringer gewesen ist, als der Glaskörperdruck. Diese Annahme genügt: Die voluminöser gewordene Corticalis tritt nach vorn am Linsenrande vorbei zwischen ihn und die Processus ciliares, drängt die Processus ciliares gegen die Iris und, so weit

dies der Widerstand zulässt, zur Seite, vielleicht auch unmittelbar die peripherste Partie der Iris gegen die Cornea unter gleichzeitiger Spannung der Zonula Zinnii.

Manche klinische Erscheinung findet unter dieser Voraussetzung ihre Erklärung: die Einlagerung des Glaskörpers in die Wunde trotz regulär ausgeführter peripherer Iridectomie, die jedem erfahrenen Operateur bei vorgerücktem Glaucom nichts Befremdliches ist, wird leicht verständlich, die Abnahme des äquatorialen Durchmessers bei zunehmendem Dickendurchmesser der Linse lässt sich auch bei erhaltener Zonula auf äquatoriale Compression durch den Glaskörper zurückführen, nicht minder der Eintritt der verkleinerten Linse in die vordere Augenkammer bei ad maximum dilatirter Pupille. Vielleicht ist die Annahme nicht zu kühn, dass eine Ueberfüllung des Canalis hyaloideus, dessen Basis nach Schwalbe dem Umfange der Papilla optica entspricht, für sich allein zunächst Eindringen von Flüssigkeit in den Centralkanal und allmälig glaucomatöse Excavation zur Folge haben kann, während eine unveränderte Beschaffenheit der Corticalis es zu fühlbarer Spannungszunahme nicht kommen lässt. Ob die pathologische Anatomie uns über diese minutiösen Verhältnisse Aufschluss geben wird, ob die geringen Quantitäten pathologischen Transsudates, um die es sich immer nur handeln kann, sich sicher post mortem werden nachweisen lassen, muss dahingestellt bleiben. Sehen wir aber auch von dieser Hypothese ab, die nicht ungeeignet wäre, die Excavation im chronisch glaucomatösen Auge ohne fühlbare Drucksteigerung aus einer Ueberfüllung des Canalis hyaloideus, die deutliche Drucksteigerung ohne Excavation im acut glaucomatösen Auge aus Quellung der Corticalis zu erklären, so genügt meiner Meinung nach die vermehrte Füllung des Glaskörpers für sich allein zur Erklärung der wesentlichsten glaucomatösen Erscheinungen:

Mit der Ausdehnung des Glaskörpers erleidet jeder Punkt der Kugeloberfläche einen gleichen Druck. Diesem Druck weichen am meisten die nachgiebigsten Theile der Papilla optica und die ganze Papilla (zunächst die Lamina cribrosa), im vorderen Abschnitte die verschiebbaren Theile, so weit es der Druck in der vorderen Augenkammer zulässt, nämlich die Linse, die Zonula, die Processus ciliares, die Peripherie der Iris. Sobald die Peripherie der Iris gegen die Cornea angedrängt ist, sind die Fontana'schen Räume geschlossen; sobald diese Lage fixirt ist, sei es durch Verwachsung, sei es durch eine stationär gewordene Veränderung des Glaskörpers, ist der Lymphabfluss zum grössesten Theil aufgehoben, der Circulus vitiosus gegeben, der nothwendiger Weise zur glaucomatösen Degeneration führt.

Ueber die Beschaffenheit des glaucomatösen Glaskörpers weiss ich nur wenig hinzuzufügen; noch haben wir von der pathologischen Anatomie keinen genügenden Aufschluss erhalten, noch bleibt die Frage offen, wie viele der während des Lebens nachweisbaren pathologischen Veränderungen sich post mortem nachweisen und erklären lassen werden. Der Glaskörper ist, wie der Prolapsus post iridectomiam zeigt, in der Regel nicht verflüssigt, fast scheint es nach der langsamen Umbildung prolabirter Partien, als ob er von derberer Consistenz sei. Das prolabirte Stück hat mitunter eine auffallend gelbliche Färbung, entsprechend einer ophthalmoskopisch nachweisbaren diffusen Trübung, in anderen Fällen bei durchweg reizlosem Verlaufe zeigt der Augenspiegel den Hintergrund klar, und doch deutet der intensiv graue Reflex, den die Pupille auch im aphakischen Auge bei Tagesbeleuchtung giebt, darauf hin, dass seine Substanz stärker reflectirt. Auch das Regenbogensehen um Flammen bei scheinbar

klaren Medien legt es sehr nahe, eine veränderte Lichtbrechung durch die Glaskörpersubstanz anzunehmen. Mit diesen spärlichen Kenntnissen müssen wir uns vorläufig begnügen.

Nicht viel besser ergeht es uns, wenn wir den Ursachen des Glaskörperleidens nachgehen. Schon beim ersten Schritte stossen wir auf ein nicht überwundenes Hinderniss, die Physiologie ist uns über die Organe und den Modus der Ernährung, über die Richtung der Flüssigkeitsströmung, die neuerdings wieder ein Gegenstand lebhafter Controversen gewesen ist, ihren Aufschluss schuldig geblieben. Pathologische Erfahrungen auf den Gebieten der Cyclitis und Chorioiditis bestimmen uns, die Quelle pathologischer Secretionen in's Innere des Auges in dem Stromgebiete der Chorioidalgefässe mehr, als in dem der Retinagefässe, zu suchen, in gleichem Sinne entscheidet die klinische Beobachtung des acuten Glaucoms, über das ich mich zum Schluss auszusprechen beabsichtige. Die eigenthümlichen Paroxysmen, unter denen das Glaucoma simplex verläuft, weisen darauf hin, dass wir in vorübergehenden, venösen Stasen, die sich dem Auge des pathologischen Anatomen leicht entziehen können, eher die Ursache gesteigerter Transsudation zu sehen haben werden, als in stationären Gefässveränderungen. So dürften die scheinbar verschiedenen Veranlassungen (psychische Depression, arterielle Anaemie durch schlechte Ernährung, schlaflose Nächte, klimakterische Einflüsse, Verlangsamung der Herzthätigkeit durch Veratrin, Erkrankungen des Trigeminus u. a.) ihr einigendes Band finden in ihrer gemeinschaftlichen Wirkung, der venösen Stase mit Transsudation in dem Glaskörperraum.

Die Auffassung des Glaucoma chronicum, die ich hier vertrete, weicht von vielen bisher aufgestellten Hypothesen ab, nähert sich anderen; mir hat sie sich nach langer Beobachtung der klinischen Thatsachen, zu deren Er-

klärung sie auszureichen scheint, allmälig gebildet. Dass ich das wichtige Symptom der Verwachsung der Cornea und Iris-Peripherie und seine Bedeutung für den Lymphabfluss den Arbeiten von Leber, Kniess und Weber verdanke, gestehe ich gern und damit das grosse Verdienst, das sich die genannten Autoren um das Verständniss des Glaucoms erworben haben. Zu einer einseitigen Vertretung der Verschluss-Hypothese habe ich keine Veranlassung gefunden, glaube vielmehr, dass es sich zunächst um eine Transsudation in dem Glaskörperraum handelt, und dass erst mit der Volumenszunahme des Glaskörpers die Bedingungen für Entstehung des Glaucoma chronicum gegeben sind. Das wichtige Symptom der subjectiven Obscuration erkläre ich mir bei chronischem Verlaufe, wenn Trübung der Medien sicher ausgeschlossen werden kann, als Anaesthesia retinae, bedingt durch venöse Stauungen, die ihren wahrscheinlichen Grund in verlangsamtem, arteriellen Blutstrom haben, das meist gleichzeitige Regenbogensehen als die Folge einer durch Transsudation veränderten, optischen Beschaffenheit des Glaskörpers. Die grosse diagnostische Wichtigkeit dieser beiden Functionsstörungen liegt darin, dass sie der Ausdruck sind für die ersten, den glaucomatösen Process einleitenden Circulationsstörungen. Die nächstfolgenden Symptome (Drucksteigerung, Lageveränderung der Iris und Linse, Ausdehnung der physiologischen Excavation) zeigen an, dass die verhängnissvolle Veränderung des Glaskörpers schon eingetreten ist. Von ihnen ist die Lageveränderung der Iris und Linse zu wenig charakteristisch, die fühlbare Drucksteigerung zu inconstant, die Excavation der Papilla optica weitaus am wichtigsten. Mit letzterer ist, wo die Prodromalsymptome nicht ausgesprochen genug sind, die Diagnose bestimmt, therapeutisches Einschreiten geboten. Die Randexcavation ist ein spätes Symptom, aus dem wir Nichts

weiter lernen, als dass der richtige Moment für ärztliches Eingreifen versäumt worden ist. —

Alles bisher Angeführte gilt nur für das Glaucoma chronicum oder simplex. Es fragt sich nun zunächst, ob dieselbe Anschauung auch für

das acute Glaucom

aufrecht erhalten werden kann. Bei dieser Untersuchung gehen wir davon aus, was klinisch die Regel ist, und vernachlässigen vorläufig einerseits den Prodromalanfall, der sich niemals oder vielleicht nach einer langen Reihe von Jahren vorübergehend wiederholt, andererseits das Glaucoma fulminans, das ohne alle Vorboten mit einem Schlage zur Erblindung führt. — Ausnahmen von grosser Seltenheit, deren Bedingungen aus der Eigenthümlichkeit jedes individuellen Falles erklärt werden müssen.

Das klinische Bild des Glaucoma acutum, den alten Autoren sehr gut bekannt, in neuester Zeit von Graefe klassisch geschildert, entwickelt sich aus Prodromalanfällen, deren Heftigkeit sich in dem Maasse zu steigern pflegt, als ihre Intervalle sich verkürzen, unter unverkennbar charakteristischen Symptomen.

Kaum für etwas Anderes, als für ein Spiel mit Worten kann die Behauptung gehalten werden, jedes Glaucomsymptom finde sich auch bei anderen Chorioidalkrankheiten, es sei deshalb nicht möglich, das acute Glaucom von anderen Formen der Chorioiditis zu unterscheiden, während wir doch wissen, dass die Pupillenerweiterung, die eigenartige Medientrübung, die Drucksteigerung jede für sich allein ode mit einander combinirt dem acuten Anfalle ein unverkennbar charakteristisches Gepräge geben.

Aber schon im Prodromalstudium lässt die Pupillenerweiterung und die flüchtige Obscuration des Gesichtsfeldes mit Sicherheit den Gang des Krankheitsprocesses

voraussagen. Von ihr als von einem für das Verständniss der Krankheit besonders wichtigen Initial-Symptome soll unsere Untersuchung ausgehen. Wir schliessen uns der vielleicht allgemein verbreiteten Meinung an, dass im Beginne des prodromalen und des acuten Anfalles der Grad der Sehstörung proportional der Medientrübung sei, wenn wir auch natürlich auf den Beweis dieses Satzes durch exacte Messung verzichten müssen, dass also von vorne herein keine Nothwendigkeit vorliegt, den Krankheitsheerd in die inneren Membranen zu verlegen.

Die pathologische Grundlage der optischen Störung finden wir in einer Trübung der Cornea, des Kammerwassers, des Glaskörpers und vielleicht auch der Linse, bald aller zusammen, bald nur einiger gleichzeitig. Oft zeigt uns nach Aufhellung der Cornea und der vorderen Kammer nur die Undeutlichkeit des Hintergrundbildes, dass der Glaskörper seine Durchsichtigkeit noch nicht wieder erlangt hat, ein ander Mal lenkt bei der ophthalmoskopischen Untersuchung eine centrale, graue Scheibe unsere Aufmerksamkeit auf den Hornhautscheitel, in dessen Bereiche wir dann bei seitlicher Beleuchtung einen deutlich grauen, gegen die Peripherie sich aufhellenden Reflex ohne irgend welche für interstitielle Keratitis charakteristische Zeichnungen (Striche, Punkte u. dgl.) erhalten.

Während die Entzündungen der Cornea, in deren Verlaufe es sich entweder um Einwanderung farbloser Blutköper oder um entzündliche Wucherung der Hornhautzellen handelt, schon bei seitlicher Beleuchtung und Loupenvergrösserung Bilder geben, in denen sich mehr weniger scharf contourirte, grauweisse Gebilde gegen Nachbarpartieen deutlich abheben, gelingt es selten, in der glaucomatösen Cornea mehr, als eine gleichmässige, hauchartige Trübung wahrzunehmen, ähnlich derjenigen, die wir manche Iritis, manche Entzündung einer vom Hornhautrande entfernten Scleralpartie begleiten oder die sympathische

Ophthalmie einleiten sehen, nur mit dem Unterschiede, dass die letztgenannten Trübungen centripetal abzunehmen, die glaucomatösen centripetal zuzunehmen pflegen.

Derartige Trübungen, die während der Dauer benachbarter Entzündungen lange unverändert bestehen, sich später spurlos verlieren und äusserst selten Vorboten nachweisbarer Entzündungen sind, habe ich bisher für den Ausdruck eines acuten Oedems gehalten. Eine gleiche Voraussetzung für die glaucomatöse Cornealveränderung würde die Schnelligkeit des Auftretens und Verschwindens, die Verbreitung über humor aqueus und corpus vitreum, die Atrophie des Irisgewebes und die Erweiterung der Pupille durch Druck, kurz die charakteristischen Erscheinungen des acuten Prodromalstadiums und der meisten acuten Glaucomanfälle zwanglos erklären.

Es bedarf, da mit Ausnahme der Retina und theilweise der Papilla optica das ganze Auge nur von Chorioidalgefässen ernährt wird, keines sonderlichen Scharfsinnes, um, wenn man die Trübung mit den Blutgefässen in Verbindung bringen will, ihren Ausgangsheerd in das Stromgebiet der Chorioidea, zu dem dann auch das Corpus ciliare, die Iris und die Cornea propria hinzugezogen werden müsste, zu verlegen. Von einer Entzündung der Chorioidea aber ist deswegen noch nicht die Rede, und ich meine, eine Entzündung des Corpus ciliare, der Iris und der Cornea, die in wenigen Stunden mit all ihren Produkten verschwindet, um nach einigen Tagen oder Wochen wiederzukehren und einen ähnlichen Verlauf zu nehmen, wird selbst in dem weiten Rahmen, der heute noch den Begriff der Entzündung umgrenzt, eben so wenig eine Stelle finden, als die unter Pupillenerweiterung ohne Synechien schnell zur Gewebsatrophie führenden Veränderungen an der Iris.

Die unzweifelhaft entzündlichen Produkte, die wir mitunter nach der Iridectomie vorfinden, die Synechien und plastischen Exsudate, die sich nach der Operation

bilden können, stehen zu unserer Annahme nur in scheinbarem Widerspruche; denn es kann nicht Wunder nehmen, dass in einem acut infiltrirten Gewebe einzelne Entzündungsherde angetroffen werden, oder dass aus einer ödematösen Iris, aus der ein Stück mit der Pincette hervorgezogen wird, plastisches Exsudat in's Pupillargebiet übertritt.

Im Anschlusse also an manche ältere und neuere Anschauung glaube ich am wenigsten zu präjudiciren, wenn ich mit Rücksicht auf Art und Verlauf der glaucomatösen Trübungen dieselben als den Ausdruck gesteigerter Flüssigkeitsaufnahme in's Gewebe anspreche, und selbst Graefe's Chorioiditis serosa trotz ihrer unverkennbaren Aehnlichkeit mit dem acuten Oedem als zu viel voraussetzend zurückweise. Wer Recklinghausen's Ausspruch „die seröse Entzündung führt regelmässig, während die Entzündungserscheinungen nachlassen, zu einer vollen Restitution" *) unterschreibt, wird meine Vorsicht nicht missbilligen können.

Nur einen Schritt weiter zu gehen, würde ich, ehe die pathologische Anatomie das letzte Wort gesprochen, nicht für gewagt halten. Es unterliegt für mich keinem Zweifel, dass, wenn auch während des Anfalles objective Trübung und subjective Obscuration correspondiren mögen, im Beginne desselben die Sehstörung vorangehen, die Trübung nachfolgen kann. Für diese Fälle finde ich keinen anderen Weg, die Amblyopie zu erklären, als die Annahme einer weit verbreiteten Circulationsstörung (arterielle Anämie, venöse Stauung); denn von Secretionsnerven, deren Reizung oder Lähmung direct auf das Sehvermögen wirken könnte, wissen wir Nichts. —

Untersuchen wir nun weiter, wie sich die Symptomenfolge des acuten Glaucoms zu der Annahme einer öde-

*) Allgemeine Pathologie p. 245.

matösen Durchtränkung des vorderen Augapfelabschnittes stellt, so soll von vornherein zugegeben werden, dass Graefe, als er die ganze Symptomenreihe direct auf Steigerung des intraocularen Druckes zurückführen zu können glaubte, wohl zu weit gegangen ist. So verlockend es auch für ihn, der uns das erste Verständniss des räthselhaften Krankheitsprocesses eröffnet hatte, gewesen sein mag, alle einzelnen Theile des complicirten Krankheitsbildes aus einer gemeinschaftlichen Quelle abzuleiten, so dürften doch die auffälligen, groben Gewebsveränderungen dem physicalischen Momente gegenüber nicht so vollständig in den Hintergrund gestellt werden. Es soll seinen Epigonen nicht als grosses Verdienst angerechnet werden, wenn sie vorsichtiger zu Werke gehen, zumal da bei aller Vorsicht des ungenügend Erklärten noch genug übrig bleiben wird.

Die acute Hyperämie der äusseren Hüllen bedarf bei einem so stürmischen Vorgange im Gebiete der vorderen Ciliargefässe keiner weiteren Deutung, ebensowenig die später auftretenden Erweiterungen der Venen, deren Inhalt bei gehemmtem Abflusse des Blutes nach den Vasa vorticosa hin nothwendiger Weise zunehmen muss.

Aber schon die Chemosis conjunctivae macht einige Schwierigkeiten. Ich glaube, für zwei verschiedene Arten derselben eintreten zu können. Die eine (entzündliche) erscheint mir als Theilerscheinung des allgemeinen Oedems, die andere, die ich nach der Iridectomie auch bei chronischem Glaucom beobachtet habe, halte ich für ein Zeichen befreiter Circulation, dadurch bedingt, dass nach Eröffnung der Lymphabflusswege eine verhältnissmässig grosse Quantität des überschüssigen Glaskörperinhaltes gewaltsam ausgepresst wird; sie ist blass, ähnelt im äusseren Aussehen den Abhebungen der Conjunctiva,

die wir nach der Extraction bei unvollkommen schliessender Wunde beobachten, und verschwindet mit der Normalisirung des intraocularen Drucks.

Die Anästhesia corneae und Iridoplegie beziehe ich theilweise auf Compression oder Zerstörung der Nerven, theilweise auf Druckatrophie der Muskeln im ödematösen Gewebe. Für die Iris erwarte ich mit Rücksicht auf die schnell eintretende, allgemeine Atrophie kaum einen Widerspruch, während ich gern zugebe, berechtigten Einwänden gegen das supponirte Verhalten der Cornealnerven nicht anders, als mit Möglichkeiten entgegentreten zu können. Es ist sicher befremdend, dass die Cornealnerven in einer relativ wenig veränderten Cornea so leicht leitungsunfähig werden sollen, während wir sie bei schweren Entzündungen ihre Sensibiltät bewahren sehen. Dem gegenüber möchte ich geltend machen, dass wir die Sensibilität der entzündeten Cornea noch nicht genügend studirt haben, und dass partielle Insensibilität in Entzündungs- und Ulcerations-Heerden jedenfalls häufiger ist, als angenommen zu werden scheint, dass bei einer plötzlichen, diffusen Durchtränkung des Gewebes die Nerven vielleicht mehr durch Druck zu leiden haben, als bei einer allmäligen und theilweisen Infiltration mit Blutzellen, dass endlich, wie die pathologische Anatomie lehrt, Schlüsse auf die mehr oder weniger normale Beschaffenheit der Cornea aus ihrer Durchsichtigkeit nur mit einiger Vorsicht zu machen sind. Vielleicht darf ich zu meinen Gunsten auch die gleichzeitige Wiederkehr der Sensibilität und Transparenz nach mancher Iridectomie anführen; diese würde sich allerdings auch aus der Beseitigung des intraocularen Drucks herleiten lassen, wenn nicht die Unwahrscheinlichkeit intraocularer Nervencompression als einer Ursache der Anästhesia corneae schon von anderer Seite mit guten Gründen gestützt wäre.

Die Atrophie der Iris und die unregelmässige Erweiterung der Pupille halte ich ebenfalls für eine Folge der örtlichen Erkrankung. Die Folgen der Stauungs-Hyperaemie sind: Blutungen, Oedeme, Gewebsatrophie durch Druck. Extravasate und hochgradige Stauung in den venösen Gefässen hat neuerdings wieder Michel an excidirten Irisstücken nachweisen können, die Erweiterung der Pupille von Compression des Sphincter-Theiles durch angehäufte, zellige Elemente herzuleiten, nehme ich mit Rücksicht auf die Pupillenenge bei fast allen Iritiden einigen Anstand, möchte vielmehr sie sowohl, als die Atrophie, auf Compression des Muskels und eigentlichen Irisgewebes durch massenhaftes Transsudat beziehen. Es soll aber nicht verkannt werden, dass bei alldergleichen Deutungen der Willkühr ein breiter Spielraum gelassen ist, und dass auch die Ansichten derjenigen, die die Form der Pupille mit einer Erkrankung der Processus ciliares in Zusammenhang bringen wollen, vorläufig keine schlagende Widerlegung gefunden haben. Wir müssen uns begnügen, auf die Möglichkeit der Erklärung aus einem acuten Oedem hingewiesen zu haben.

Das Vorrücken der Linse, die oft unter unseren Augen wachsende Abflachung der vorderen Kammer, rührt von Volumenszunahme des Glaskörpers her. Sobald letztere constant geworden, ist der Circulus vitiosus geschlossen: Drucksteigerung, Compression der Arterien, Stauung in den Venen mit consecutivem Oedem. Bleiben die Fontana'schen Räume offen, so wird das Glaucom sich kaum auf andere, mechanische Momente zurückführen lassen, in der Mehrzahl der Fälle kommt ein wichtiger Factor dazu: Der angeschwollene Glaskörper dringt zwischen Linsenrand und Processus ciliaris, drängt letzteren nach aussen gegen die Iriswurzel und diese gegen die hintere Cornealwand. Damit sind die hauptsächlichsten

Abflusswege für die Lymphe gesperrt.*) Erst nachdem die acute Drucksteigerung längere Zeit bestanden hat, zeigen sich an der Papilla die Veränderungen, die man seit Graefe als Druckexcavation auffasst. Ihr vorher gehen die Symptome venöser Hyperaemie: die Oberfläche ist fast gleichmässig roth, ihre Farbe bei deutlich erkennbarem Contour vom umgebenden Hintergrunde kaum zu unterscheiden, der arterielle Hauptstamm meist eng, mitunter pulsirend, die grossen Venen erweitert, der Centralkanal eng und mehr weniger stark injicirt. Eine Gelegenheit, die Excavation sich aus dem acuten Anfalle entwickeln zu sehen, ist selten, weil wir durch operatives Eingreifen ihre Ausbildung verhindern; in den seltenen Fällen, in denen ich ihrer Entwicklung einigermassen folgen konnte, sah ich zuerst die Hyperaemie schwinden, gleichzeitig den Centralkanal, in dessen Tiefe die Lamina cribrosa sichtbar wurde, sich seitlich ausdehnen, an seinen Rändern die Gefässe scharf abknicken, und später erst die bekannten Gefässverschiebungen am oberen und unteren, dann am temporalen, zuletzt am nasalen Papillenrande auftreten. Die Zahl meiner Beobachtungen ist für die Abstraction einer Regel viel zu gering, aber erwähnt mag werden, **dass die zunehmende Excavation in allen Fällen von einer zunehmenden Beschränkung des Gesichtsfeldes begleitet wurde.**

Als eine fernere Folge der Drucksteigerung dürfen wir die Stauung in den Retina-Venen und die Blutungen nach der Iridectomie ansehen, die in guter Uebereinstimmung mit Graefe besonders bei starker Medientrübung nicht auszubleiben pflegen. Die Trübung würden wir aber nicht als ein entzündliches Exsudat,

*) Selbstverständlich ist damit nicht ausgeschlossen, dass derselbe Effect auf andere Weise zu Stande kommen kann, wie z. B. durch Dislocation der Linse, vielleicht auch durch entzündliches Exsudat.

sondern als ein Transsudat aufzufassen haben, dessen Quantität unter Anderem von der Ausbreitung und dem Grade der venösen Stase abhängen dürfte.

Unter den functionellen Störungen haben wir als nur theilweise von der Medientrübung abhängig des herabgesetzten Lichtsinnes zu erwähnen. Zeigt die Herabsetzung sich in einem frühen Stadium, so halte ich die Compression der Retina und Papille für eine wahrscheinliche Ursache, in späteren Stadien kann Stauung in den Aderhaut- und Netzhaut-Venen zu ödematösen und entzündlichen Veränderungen der äusseren Retinaschichten führen (wie vielleicht in dem von Leber untersuchten Falle, Archiv Band XV) und zur Ursache der Hemeralopie werden.

Dass im nicht operirten Auge das sogenannte Glaucoma chronicum ex acuto wachsen muss, ist klar: sobald einmal eine Ueberfüllung des Glaskörpers stationär geworden ist, sind die Bedingungen für venöse Stauung und Transsudation von Blutflüssigkeit, also für stärkere Füllung des Augapfels, die bei gleichzeitigem Verschluss der Fontana'schen Räume die höchsten Grade erreichen kann, gegeben.

Vielleicht lässt sich auch umgekehrt derselbe Gedankengang für die acuten Exacerbationen, die sich an das chronische Glaucom anschliessen, festhalten. Die Entwicklung wäre dann etwa folgende: Stauungen in einem grösseren Venengebiete mit allmählich zunehmender Transsudation in den Glaskörperraum, Ectasie der Lamina cribrosa und Erweiterung des Centralkanals durch Druck mit gleichzeitiger Sperrung der Fontana'schen Räume, Drucksteigerung mit gehemmtem Blutrückfluss aus den Venen des vorderen Abschnittes, ödematöse Anschwellung der Cornea, Iirs, des Corpus ciliare etc. etc.

Zu erklären bliebe dann immer noch, warum der Process im vorderen Abschnitte des Auges unter acuten Er-

scheinungen, im hinteren Abschnitte durchaus chronisch verläuft, und woher die ersten venösen Circulationsstörungen kommen. Auf die erste Frage muss ich, so lange die allgemeine Pathologie uns die Bedingungen, unter denen die verschiedenen Arten des Oedems zu Stande kommen müssen, nicht nachweisen kann, die Antwort schuldig bleiben. Die zweite Frage knüpft an die noch wenig aufgeklärten Functionen der Gefässnerven an; ferner lässt das überwiegend häufige Vorkommen des primären Glaucoms in vorgerücktem Alter, bei Herzschwäche, in schlechter Reconvalenz von acuten Krankheiten an Gefässveränderungen, an geringere Triebkraft des Herzens, an verminderte Energie des arteriellen Blutstroms denken, — Factoren, die durch viele Andere vor mir schon ihre Würdigung gefunden haben.

In jedem einzelnen Falle wird man durch ein genaues Examen der wahrscheinlichen Ursache sich zu nähern suchen, — eine Aufgabe für die Casuistik, nicht weniger lohnend, als schwierig, ohne Hülfe der pathologischen Anatomie unlösbar.

Den wenigen, oben angeführten Krankheitsgeschichten eine grössere Zahl hinzuzufügen lag nicht im Zwecke dieser Arbeit, die der reinen Occlusions-Theorie gegenüber darauf hinweisen sollte, dass, wenn man eine Volumenszunahme des Glaskörpers als möglich zugiebt, der Secretions-Theorie der Boden noch nicht entzogen ist, und dass eine solche Volumenszunahme mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit den Verschluss der Fontana'schen Räume und gewisse Excavationsveränderungen der Papilla optica erklärt.

Mauthner's „eigenthümlicher Chorioiditis" gegenüber nehme ich vorläufig einen vollkommen negirenden Standpunkt ein. Wenn seine gegen die Druckhypothese erhobenen Einwände, wie ich gezeigt zu haben glaube, gegen diese Nichts beweisen, so können sie unmöglich eine andere Hypothese nothwendiger Weise fordern. Gegen

die Annahme einer Entzündung spricht der ganze klinische Verlauf des Glaucoma chronicum, die Flüchtigkeit der prodromalen Symptome, die Wirkung des Atropin und Eserin, die dürftige pathologisch-anatomische Begründung und manches Andere, auf das ich weiter nicht eingehe. Es lag nicht in meiner Absicht, Mauthner's Chorioiditis zu widerlegen, sondern seine Angriffe gegen die Druckhypothese zurückzuweisen und an diese Abwehr einige Resultate langjähriger klinischer Beobachtungen anzuknüpfen. Die Leser dieses Archivs brauche ich, wenn auch nur wenige Autoren citirt sind, nicht zu versichern, dass ich mir des belehrenden Einflusses, den die neuere Glaucom-Literatur auf meine Anschauungen ausgeübt hat, sehr wohl bewusst bin; sie werden zwischen Nachgeschriebenem und Nachgedachtem zu unterscheiden wissen.

Darf ich zum Schluss aus dem Ergebniss meiner Untersuchungen einige Resultate, die ich nicht für unwichtig halte, zusammenfassen, so wären es folgende:

1. Die Störung des centralen und peripheren Sehens lässt sich für das Glaucoma chronicum aus der Excavation des Sehnervens erklären. Die Excavation ist Druck-Excavation.

2. Die Randexcavation ist ein spätes Symptom, dem eine Gefässverschiebung nach hinten zuerst in der Nähe des Centralkanals, dann am Excavationsrande vorhergeht.

3. Das Prodromalstadium des chronischen Glaucoms charakterisirt sich durch vier Symptome, die vereinzelt oder verschieden combinirt auftreten können; subjective Obscurationen, Excavation des Centralkanals, Erweiterung der Pupille und Drucksteigerung.

4. Die Iridectomie leistet am meisten im Prodromalstadium. Wartet man die Randexcavation ab, so kommt die Operation oft zu spät.

5. Unter den Ursachen des Prodromalstadiums sind die Accommodationsanstrengungen hypermetropischer, nicht

jugendlicher Augen wegen der venösen Stauungen, die im Gefolge anhaltend starker Muskelcontractionen auftreten, zu beachten.

6. Der glaucomatöse Augapfel behält seine Härte nach der Enucleation länger, als der normale.

7. Die Ursache der Härte ist Volumenszunahme des Glaskörpers.

8. Der vergrösserte Glaskörper weicht rückwärts nach dem Centralkanal des Sehnerven, vorn nach dem Zwischenraum zwischen Linse und Processus ciliares aus, er drückt die Processus ciliares gegen den Irisursprung, diesen gegen die Cornea und verschliesst die Fontana'schen Räume. Mithin kann das Corpus vitreum für sich allein den Abfluss der Lymphe sperren.

9. Die Trübung der brechenden Medien im acuten Glaucom und Prodromalanfall ist ein Oedem. Ihre Art, ihre Flüchtigkeit, ihr Verhalten gegen Eserin und Atropin schliessen die Annahme eines entzündlichen Productes aus.

10. Die Obscurationen des Prodromalstadiums ohne Medientrübung weisen auf eine verbreitete Circulationsstörung als Ursache (venöse Stauung, arterielle Anaemie).

11. Mit der vermehrten Füllung des Glaskörpers ist eine dauernde Ursache für weitere venöse Stauung, ödematöse und entzündliche Ausscheidungen gegeben.

12. Der Uebergang vom acuten zum chronischen Glaucom erklärt sich aus der Drucksteigerung unmittelbar, der vom chronischen zum acuten vielleicht durch Stauungshyperaemie im vorderen Augapfelabschnitt als Folge von Volumenszunahme des Glaskörpers.

Das Resultat der kritischen Untersuchung über einige Behauptungen von Mauthner und Mooren ist:

1. Die gegen Graefe's Drucktheorie von Mauthner erhobenen Einwände beweisen nicht, was sie beweisen sollen.

2. Mooren's Krankengeschichten sind zweifelhafte Stützen der Secretions-Neurose. Die Behauptung, dass das Glaucom nur die Manifestation einer Secretions-Neurose sei, schwebt ohne den Versuch einer Begründung haltlos in der Luft.

Erklärung.

Im Eingang meiner Glaucomuntersuchung (Arch. XXIX. 3 p. 3 u. 4) findet sich ein Irrthum, den ich begangen zu haben eben so sehr bedaure, als ich gern bereit bin, ihn zu corrigiren.

Ich hatte drei von Mauthner verdeutschte Citate aus der 2. Auflage des Lehrbuches von Mackenzie, da mir letztere trotz vieler Mühe nicht zugänglich war, mit der 4. Auflage des Originals verglichen. Wunderbarer Weise sind in dieser späteren Auflage alle drei Citate von Mackenzie so geändert, dass Mauthner's Uebersetzung der zweiten Auflage auch für die vierte — allerdings jedesmal mit Fortlassung einiger wichtiger Worte — richtig blieb. Diese Worte absichtlich (ein Zufall wäre kaum denkbar gewesen) unterdrückt zu haben, glaubte ich, meinen Gegner beschuldigen zu müssen. Dass ich Unrecht daran gethan habe, sehe ich aus einem Artikel der Wiener Medicinischen Wochenschrift, in dem Mauthner uns die Originalstellen der zweiten Auflage mittheilt. —

Selbstverständlich wird dadurch in unseren sachlichen Differenzen nicht das Mindeste geändert. —

Ueber Fremdkörper der Vorderkammer und Iris.

Von

Dr. E. Franke in Hamburg.

Den folgenden Fall von Augenverletzung, aus der Praxis des Herrn Dr. Salomon stammend, hatte ich Gelegenheit mit zu beobachten.

Frau Lina R., 28 Jahre alt, war am 9. Juni v. J. beim Kartoffelhacken ein Stückchen Stein gegen das rechte Auge geflogen. Das Auge hatte seitdem gethränt, sie indessen nicht in ihrer Arbeit gestört. Heftige Ciliarneurose in der letzten Nacht hatte sie schliesslich veranlasst, ärztliche Hilfe aufzusuchen.

Stat. präs. vom 13. Juni 1883. R. A. mässige conjunctivale und totale pericorneale Injection. Im oben äussern Quadranten der Hornhaut, ca. 3 Mm. von ihrem Rande entfernt, findet sich eine bogenförmige Wunde, deren Sehne etwas über 1 Mm. misst. Hornhaut sonst intact, Kammerwasser klar, Iris leicht getrübt, Pupille mittelweit; schmale hintere Synechie oben. Brechende Medien klar.

Gegenüber der Hornhautwunde, im äussern obern Quadranten der Iris und etwa in der Mitte zwischen Ciliar- und Pupillarrand, ist deutlich ein etwa 1 Mm. grosses, grauweisses Steinstückchen sichtbar, über das Niveau der Iris prominirend. $S = \frac{5}{24}$. — L. A. normal.

Nachdem sofort Eserin eingeträufelt war, wurde einige Stunden später zur Extraction geschritten (Dr. Salomon).

Lanzenschnitt am Limbus corneae, entsprechend dem Sitze des Fremdkörpers. In Folge starken Pressens seitens der Patientin — keine Narkose — prolabirte die Iris und wurde mit dem fest ihr aufsitzenden Körper abgeschnitten. Letzterer ist ein scharfrandiges Stückchen Kalkstein von ca. 1 Mm. Durchmesser in jeder Richtung. Darauf Atropin, Verband.

Am nächsten Tage auf der vordern Linsenkapsel, entsprechend der Stelle, wo der Stein gesessen, ein feiner grauer Strich. Dieser, sowie die entzündlichen Erscheinungen von Seiten der Iris verschwanden in den nächsten Tagen, so dass Patientin bald völlig geheilt entlassen werden konnte.

Drei Monate später war bis auf die Hornhautnarbe, das Colobom und einen Pigmentrest einer frühern Synechie keine Spur der Verletzung mehr nachweisbar.

S = 1 mit — 1,00 D.

Das Vorkommen von Fremdkörpern auf der Iris oder in der Vorderkammer ohne jede andere Verletzung des Auges — abgesehen natürlich von der Eintrittspforte in der Hornhaut — ist nicht zu häufig beobachtet.

Ich habe im Folgenden die in der Literatur vorhandenen Fälle, gesondert nach der Beschaffenheit der Körper, zusammengestellt *); ich konnte im Ganzen 56 von Fremdkörpern der Vorderkammer **) und 69 von solchen der Iris auffinden. Die überwiegende Anzahl derselben entfällt auf Eisen- und Kupfersplitter, denen sich dann Steinfragmente, Cilien, Glas- resp. Porzellansplitter, Holzsplitter, Pulverkörner anreihen.

---

*) Ausgeschlossen hiervon sind also alle complicirten Fälle, z. B. mit Verletzung der Linse etc., ferner diejenigen, in welchen die Körper, noch in der Hornhaut steckend, in die vordere Kammer ragten, sowie Parasiten und Cysten. Leider war mir bei dem Zerstreutsein der Literatur in allen möglichen Journalen eine genaue Einsicht in das ganze Material nicht möglich; die nur kurz in den Jahresberichten citirten Verletzungen dieser Art habe ich übergehen zu können geglaubt, da sie für eine klinische Besprechung nicht in Betracht kommen können.

**) incl. Cilien.

A. Eisen- und Stahlsplitter.

Eisensplitter wurden im Ganzen 36 beobachtet, von denen 8 auf die Vorderkammer entfallen. 6 davon kamen mit primären Entzündungserscheinungen in Behandlung; jedesmal wurde die Extraction vorgenommen.

Waldhauer (57): Vor einer Stunde Stückchen Eisenblech hineingeschlagen. Blutung in der Vorderkammer, vom Fremdkörper Nichts zu entdecken. Antiphlogistische Behandlung, heftige Schmerzen, mässige Entzündungs-Erscheinungen. Nach 40 Tagen hinter dem getrübten Hornhautsegment der Eintrittsstelle eine gelbe, stecknadelkopfgrosse Exsudatmasse sichtbar. Allmäliger Nachlass der Entzündungserscheinungen. Extraction eines Stückchens Eisenblech von 5 Mm. Länge, 3 Mm. Breite, 1 Mm. Dicke.

Hassenstein (71): Eisensplitter im r. A., am 3. Tage darauf Vorstellung in der Klinik. Centrales Hornhautgeschwür, Iris trüb, verwachsen, heftige Schmerzen. Zwischen Iris und Cornea kleiner schwarzer Körper; am nächsten Tage Extraction.

Hassenstein (71): Eisensplitter links, am Vormittage eingedrungen. Nachmittags mässige conjunctivale Injection; in der Vorderkammer ein bis zur Iris reichender, stahlgrauer schmaler Körper. Extraction.

Landesberg (90): Vor 15 Tagen Verletzung durch Eisensplitter. Centrales Hornhautinfiltrat, Beschläge der Membr. Descem., Iritis, hintere Synechieen. Schmerzen in der Ciliargegend oben. Diffuse Glaskörpertrübung, äquatoriale Chorioiditis. Splitter frei flottirend in der Vorderkammer. Extraction durch Paracentese. S bis auf $\frac{15}{50}$ gebessert.

Ziwinsky (76): Extraction eines Eisensplitters aus der Vorderkammer.

Weiss (103): Eisensplitter seit zwei Stunden in der Vorderkammer, mit der Spitze in der Iris steckend. Am nächsten Tage Extraction mit dem Magneten. Völlige Heilung mit voller S.

Nur in einem Falle also (Landesberg) waren sehr heftige Entzündungserscheinungen; einmal hatte sich ein Exsudat um den Körper gebildet, nachdem er bereits 40 Tage in der Vorderkammer verweilt.

Nicht vorhanden war letzteres in einem Falle von

Stellwag (16), den Zander und Geissler erwähnen. Ein Eisensplitter wurde ohne Beschwerden ertragen und nicht extrahirt

und in dem von

Landesberg (90): Seit 10 Jahren ein kleiner schwarzer, frei schwimmender Körper im Humor aqueus. Wenig Beschwerden. Paracentese. Zwei hintere Synechieen, äquatoriale Chorioideal-Atrophie.

Bei Weitem häufiger kommen Stahl- oder Eisensplitter in der Iris vor.

Von 30 derartigen Fällen konnte ich Folgendes feststellen:

12mal kamen die betreffenden Patienten erst nach längerem Verweilen des Fremdkörpers zur Beobachtung. Es hatte sich um denselben, nachdem fast stets heftige Entzündungen vorausgegangen waren, eine mehr oder weniger dichte Kapsel gebildet. Nur zweimal wurde er nicht extrahirt, da während der Zeit der Beobachtung keine Reizungssymptome auftraten, einmal wurde die Kapsel gesprengt, so dass der nun frei in der Vorderkammer liegende Splitter entfernt werden konnte; 7mal machten wieder auftretende Entzündungs-Erscheinungen die Extraction nothwendig; zweimal schliesslich wurde die Enucleation ausgeführt.

Middlemore (5): Eisensplitter auf Iris, Iritis, Hypopyon, Entzündung bekämpft, Körper nach einigen Wochen von halbopaker Masse umgeben. 2 Jahre später Schlag gegen das Auge, Hülle gesprengt, Extraction des frei in der Kammer liegenden Splitters.

Bader (20): Eisensplitter seit $1^{1}/_{2}$ Jahren. Damals einen Monat Entzündung des Auges. Seit 14 Tagen schlechteres Sehen. Körper, in Exsudat gehüllt, entfernt. Nach drei Wochen mit guter S. entlassen.

Jacobi (32): Vor 35 Jahren Eisensplitter in das linke Auge geflogen, heftige Entzündung, totale Amaurose in wenigen

Wochen. 34 Jahre keine Beschwerden; seit 4 Wochen Schmerzen in der Ciliargegend, Reizzustand rechts. Enucleat. bulbi sin. Eisenstück in der Iris. Netzhautablösung, Verknöcherung der Choreoidea.

André (44): Eisenstück, eben hineingeflogen, lag metallisch glänzend auf der Iris. Extraction auf den nächsten Tag verschoben. Totale Veränderung: heftige Iritis, Exsudat um den Fremdkörper. Das Auge beruhigt sich, nach 6 Tagen keine Röthe, Hülle um den Fremdkörper, S. gut, keine Reizung. Von der Extraction wird abgesehen; nach 5 Monaten derselbe Befund.

Bastide (45): Eisensplitter in der Hornhaut; Schmerzen, die bald nachlassen und nach 2 Monaten recidiviren. 8 Monate nach der Verletzung Extractionsversuch. Der vordere Theil des Splitters bricht ab, die Spitze bleibt im Auge zurück. Ein Jahr später kleiner gelblicher Tumor der Iris. Iridectomie.

Owen (48): 22 Jahre seit dem Eindringen des Splitters verflossen. Derselbe adhärirt der Iris; früher häufiger Entzündung, jetzt gleichzeitig Cataract. Entfernung mit Iridectomie; Extraction der Cataract.

Hirschberg (50): Eisensplitter auf der Iris, ohne Reizung; zufällig entdeckt. Kein Eingriff.

Mason (62): Beim Eisenmeisseln rechts Splitter hineingeflogen. 2 Tage leichte Entzündung, S. gut, 10 Jahre später Iritis, Heilung; S. für 12 Monate gut, dann schmerzlose Erblindung. Nach 7 Jahren wieder Entzündung, Behinderung des zweiten Auges. Enucleation. Eisenstück in der Iris, Netzhautablösung.

Couter (68): Eisensplitter seit 2 Monaten, verdeckt die Pupille. Iridectomie, Entfernung, gute S.

Landesberg (93): Verweilen eines Eisensplitters seit 3 Jahren in der Iris. Knoten wie Gumma in derselben, Reizung des Auges, Entfernung mit Iridectomie.

Griffith (94): Eisensplitter seit 16 Jahren in der Iris. Entfernung.

Little (95): 16jähriges Verweilen eines Splitters, häufige Iritis, Extraction. Heilung.

Mit primären Entzündungserscheinungen kamen folgende zur Beobachtung:

Horner (24): Seit 2 Tagen kleiner Stahlsplitter auf der Iris festgekeilt; in derselben, nahe dem untern Pupillarrande,

ein gelbliches Knötchen, von einem rothen Hofe umgeben. Entfernung mit Iridectomie.

Horner (24): Stahlsplitter beim Hämmern in das linke Auge gefahren. Erst 14 Tage lang antiphlogistische Behandlung. Grosser Irisprolaps an der Eintrittsstelle in der Hornhaut. Exsudation der Iris, im Pupillargebiet gleichfalls ein dichtes bräunliches Exsudat. In der Tiefe der Vorderkammer, der Iris aufliegend, eine rostähnlich gefärbte Masse. Bedeutende Reizung des Auges. Sehr schwierige Entfernung des Fremdkörpers zugleich mit der Linse. Guter Verlauf mit befriedigender S.

Horner (24): Verletzung des linken Auges seit 10 Tagen; Pupille verzogen, auf der Iris ein längliches Eiterklümpchen, das durch einen schmalen, gräulichen Faden mit der Hornhaut in Berührung steht. Extraction eines Metallsplitters, von dem es unentschieden blieb, ob er aus Eisen oder Kupfer bestand.

Lebrun (36): Eisenstück vor 3 Tagen hineingeflogen; kleiner gelblicher Tumor auf der Iris, Hypopyon. Extraction mit Iridectomie. S. gut.

Wagner (40): Splitter am Morgen hineingefahren; Nachmittags stark gereiztes Auge. Eisenstück mit $^2/_3$ der Länge der Iris aufliegend, mit $^1/_3$ in das Pupillargebiet ragend. Extraction am nächsten Tage mit Schwierigkeiten. Nach 5 Tagen mit guter S. entlassen.

Hirschberg (50): Eisensplitter, Iris am nächsten Tage gelockert, kleines Hypopyon. Tags darauf Zunahme der Erscheinungen, Entfernung mit Iridectomie.

Stawbridge (56): Eisensplitter, Entfernung.

Schwarzbach (59): Vor 9 Tagen rechts hineingeflogen; Iritis, weisser stecknadelkopfgrosser Exsudatfleck in der Iris, an dessen oberer Grenze der schwarze Rand des Eisensplitters sichtbar ist. Iridectomie mit gutem Erfolg.

Knapp (70): Stahlstückchen Nachmittags hineingeflogen.. Abends: Pupille eng, S. gut, auf der Iris Fremdkörper frei sichtbar. Entfernung mit Hohlhaken.

Knapp (50): Auge seit 4 Wochen nach dem Eindringen eines Eisenstückchens entzündet. Schwarzer Punkt auf der Iris, welcher nicht mit Sicherheit als Fremdkörper zu erkennen ist. Iritis, Hypopyon. Paracentese, Hypopyon resorbirt; Diagnose sicher. Nach 8 Tagen Extraction, Eisenstückchen mit weisser, klebriger Decke überkleidet.

Schiess-Gemuseus (83): Verletzung des rechten Auges beim Hacken, Abnahme der S., Schmerzen. Nach 11 Tagen: leichtes Oedem der Conjunctiva bulbi, auf der Pupille vom obern Rande bis zur Mitte eine weissgelbe stabförmige Trübung, die nach oben ½ Mm. weit über das Irisgewebe sich erstreckt. In derselben eine senkrechte schwarze Linie. Extraction eines Eisensplitters mit Iridectomie.

Schiess-Gemuseus (83): Eisensplitter im rechten Auge seit 12 Tagen, starke Injection, Iris etwas geschwollen, besonders innen unten, wo am Pupillarrand sich der ziemlich grosse Fremdkörper findet, zum grossen Theil mit Eiter bedeckt. Eben dort eine hintere Synechie. Nach 3 Tagen Extraction eines Eisenstückchens; schneller Rückgang der Entzündungserscheinungen.

Coudron et Debierre (84): Stahlsplitter. Extractionsversuch mit dem Magneten misslingt, Iridectomie; Heilung.

Meyer (86): Stahlsplitter, vergeblicher Extractionsversuch mit dem Magneten, Iridectomie.

Santos-Fernandez (95): Zwei Fälle: Eisensplitter, entfernt mit Iridectomie; geschmolzenes Eisen auf der Iris. Entfernung.

Hirschberg (96): Eisensplitter auf der rechten Iris, kam nach 3 Tagen in Behandlung. Iris entzündlich gewuchert, kleines Hypopyon. Eisensplitter am Pupillarrand, von Eiterschicht bedeckt, nur der untere freie Rand metallisch schimmernd. Am Morgen des nächsten Tages Zunahme der Entzündung, Extraction mit dem Magneten.

Szili (102): Pat., während der Arbeit verletzt, kam sofort. Auf der Iris ein mohnkorngrosses Stück Eisen. Extraction mit Iridectomie.

In allen 18 Fällen wurde die Extraction mit gutem Erfolge vorgenommen. In 13 mir näher zugänglichen Fällen fand sich der Fremdkörper sieben mal mit einer Hülle umgeben, sechs mal lag er der Iris frei auf, allerdings bei Patienten, die oft wenige Stunden nach der Verletzung zur Behandlung kamen. Viermal fand sich Hypopyon — darunter 3 Fälle, in denen auch Exsudat um den Splitter war, — 8 mal waren Entzündungserscheinungen geringen oder mässigen Grades. In der Hälfte dieser

letzten Fälle war indessen der Splitter von einer eitrigen Hülle umgeben. Auf einen Fall von Horner mit schwerer Entzündung komme ich noch unten zurück.

B. Kupfer.

Verletzungen dieser Art konnte ich im Ganzen 28 auffinden, hiervon entfallen auf die vordere Kammer 9.

Nur einer davon kam nach längerer Zeit zur Beobachtung.

Knapp (78) sah ein längliches, graubraunes Knötchen am Boden der Vorderkammer liegen. Vor einem Jahre war ein Zündhütchen gegen das Auge geflogen und hatte vorübergehende Entzündungserscheinungen hervorgerufen. Seit zwei Wochen Recidiviren derselben; Cyclitis, Glaskörpertrübung. Extraction mit Haken, Rückbildung der Entzündungs-Erscheinungen.

Kurze Zeit nach der Verletzung wurden folgende beobachtet:

Butter (3): Einem Knaben flog ein Zündhütchen in das Auge. Während die Instrumente zur Extraction geholt wurden, drang es völlig durch und fiel auf den Boden der Vorderkammer. Extraction mit glücklicher Heilung.

Salomon (38): Zündhütchen seit acht Tagen im Auge, heftige Schmerzen, Hypopyon, die halbe Kammer einnehmend. Antiphlogose, Resorption des Hypopyon bis auf einen Rest von der Grösse eines Stecknadelkopfes. Am 12. Tage der Behandlung neue Reizerscheinungen; Extraction eines Stückchens Kupfer. Heilung mit ungestörter S.

Bernard (46): Extraction eines Kapselstückchens aus der Vorderkammer.

Hassenstein (71): Acht Tage nach dem Eindringen eines Kupferblättchens kam ein Arbeiter in Behandlung. Am Boden der Vorderkammer grauliche, unbewegliche Flocke, in deren Mitte ein hellerer, metallischer Körper, von Exsudat bedeckt. Extractionsversuch misslingt. Zweiter Versuch verweigert. Resorption des Hypopyon innerhalb 6 Wochen,

Fremdkörper am Boden der Vorderkammer. Keine Beschwerden, Auge reizlos, kein Eingriff.

Hassenstein (71): Anamnese fehlt. Rechts mässige Reizung; in der Vorderkammer liegt ein glattes rostbraunes Kupferblättchen. Extraction mit Iridectomie. Mit guter S entlassen.

Hasner (85): Zündkapselfragment in der vorderen Kammer. Extractionsversuch misslang; der Fremdkörper verschwand hinter dem Ligam. pectinat. Keine Entzündung. Nach 8 Jahren war das Auge ruhig und sehtüchtig.

Hodges (100): Kupferstück seit acht Tagen in der Vorderkammer, Infiltration des untern Cornealdrittels, Hypopyon, Chemos. Conjunct. Enucleatio bulbi.

Szili (102): Zündhütchen seit 15 Tagen im rechten Auge. Mässige Reizung des letztern. In der Vorderkammer aufrecht stehende, dichte, weisse Exsudatwolke, an deren Fuss der Schatten des Fremdkörpers sichtbar ist. Extraction, Wiederherstellung der S bis auf $\frac{6}{12}$.

Ob hierhin auch die beiden von Zander und Geissler citirten Fälle von Laurent (6) (p. 162) und Rothmund (25) (p. 167) gehören, ist mir aus der Beschreibung nicht klar geworden.

In den hierher gehörigen Fällen wurde also 5 mal die Extraction, einmal die Enucleation vollzogen, während zweimal der Fremdkörper nach vergeblichem Extractionsversuch zurückblieb. Viermal bestanden, nach einem Verweilen desselben bis zu 14 Tagen, heftige Entzündungserscheinungen mit Hypopyon, die den Körper mit Exsudat umgeben hatten; einmal waren dieselben mässig. In Butter's Fall erfolgte die Entfernung sehr schnell, so dass noch keine Reizsymptome aufgetreten waren.

Viel häufiger fanden sich Kupferstückchen auf der Iris in Exsudat gehüllt; in neun genauer beschriebenen Fällen acht mal. Sieben mal bestand hierbei heftige Entzündung, mit Hypopyon meist complicirt; nur zweimal

waren die Erscheinungen — nach einem Verlaufe von drei resp. elf Tagen — geringere.

Yvert (81) erwähnt, dass Galezowski ein Kupferstückchen nach 24 Stunden der Iris frei aufsitzend und ohne jegliche Reizung des Auges sah.

In zwei Fällen wurde der Fremdkörper nicht extrahirt:

Horner (24): Stückchen Zündkapsel im Auge. Nach 5 Tagen starkes eitriges Exsudat auf dem untern Segment der Iris. Verdichtung des Exsudates, Einkapselung des Zündhütchens; hintere Synechieen. Keine Extraction.

Mooren (52): Einem Arbeiter war ein Kupferstück in das Auge geflogen. Dasselbe sass mit der Spitze auf der unversehrten Iris. Heftige Entzündungserscheinungen, das Fragment hüllte sich innerhalb dreier Wochen mit Exsudat ein, und das Auge gewöhnte sich an dasselbe. Die Entfernung fand nicht statt, weil M. fürchtete, dass nach Punction der Hornhaut und Abfluss des Kammerwassers der Fremdkörper die Linse anspiessen würde.

In den übrigen Fällen wurde die Entfernung stets mit Erfolg gemacht.

Cunier (7): Beim Schiessen Zündhütchenfragment in das linke Auge gedrungen. Nach 3 Tagen wurde eine Flocke Lymphe, die der Iris aufsass und das Kapselstückchen enthielt, mit diesem entfernt. Es blieb eine Oeffnung in der Iris zurück.

Desmarres (13): Seit 8 Tagen Zündhütchen auf der Iris, ragt in Gestalt eines saturirt gelben Tumors in den obern Theil der vordern Kammer. Hypopyon, Pupille verzogen. Extraction, vollkommene Heilung.

Wiener Krankenhausbericht (18) bei Zander und Geissler: Im rechten Auge seit 2 Tagen Zündhütchen; Hypopyon. Letzteres zum Theil entleert; kein Fremdkörper sichtbar. Antiphlogistische Behandlung; nach 17 Tagen in der zurückgebliebenen Exsudatmasse der Fremdkörper zu erkennen. Extraction.

Fonck (23): Kapselstück hineingeflogen, circumscripte Eiteransammlung auf der Iris, schwere Entzündung, Extraction nach 8 Tagen. Heilung.

Waldhauer (57): Kapselstück beim Schiessen hinein-

gesprungen. Erst nach 11 Tagen Röthe und Lichtschen. Stecknadelkopfgrosser Eiterflock in der Iris, eben dort hintere Synechie. Iridectomie und Entfernung.

Ströhmberg (72): Zündhütchenfragment, im Ciliaransatz der Regenbogenhaut aufsitzend. Diffuse Hornhauttrübung, Iritis, Hypopyon. Hornhautwunde eröffnet und erweitert, Extraction. Nach einer Woche keine Reizung.

Jäger (75): Zündhütchen in der rechten Iris steckend; deutlich sichtbar in den ersten Tagen, hüllte sich in einiger Zeit in einen Eiterheerd ein und rief eine bedeutende Entzündung hervor. Iridectomie, wobei der Fremdkörper nicht mit entfernt wurde. Derselbe fiel in die hintere Kammer, aus der er extrahirt wurde.

Schiess-Gemuseus (83): Zwei Fälle von Kupferstückchen, die extrahirt wurden.

Nach längerm Verweilen kamen 8 Fälle zur Beobachtung.

6mal waren die Stückchen in Exsudat gehüllt und erregten neue Entzündungserscheinungen, die 3mal die Entfernung nöthig machten, während in zwei Fällen eine spontane Ausstossung der Fremdkörper stattfand.

Dixon (12): Vor 8 Jahren Kapselstück in das Auge geflogen; 3 Jahre ganz ruhig, dann öfter entzündet. Seit 3 Tagen schlechteres Sehen. Fragment in eine fibröse Hülle eingeschlossen, die während zweier Monate abwechselnd resorbirt und neu gebildet wird, bis schliesslich die Sequestration des Splitters durch die Cornea hindurch erfolgte. Bald darauf schnelle Heilung mit Hinterlassung weniger Spuren. S. gut.

Desmarres (14): Rechts seit 8 Monaten Zündhütchen; unaufhörliche Schmerzen. Iris verfärbt; in derselben aussen ein weisslicher Tumor. Extraction mit nachfolgender antiphlogistischer Behandlung; nach 2 Monaten leidliche S.

Zander-Geissler (4, (medic. Zeitschrift des Vereins etc.): Zündhütchen seit 8 Wochen auf der Iris. S. nicht viel schlechter als auf dem andern Auge. Ein dunkler Punkt zeigte sich in der Iriswunde, bald darauf kam die Spitze des Zündhütchens in derselben und dann in der Hornhautwunde, die mit der Iris verklebt war, zum Vorschein. Bei künstlich erregter Bewegung der Iris fiel der Splitter heraus.

Hasner (85): Kapselsplitter in der Iris incapsulirt, der öfter recidivirende leichte Iritis hervorgerufen hatte. Die Extraction mit Iridectomie brachte dauernde Heilung.

Landesberg (91): Zündhütchen seit 7 Jahren. Vor einem halben Jahre erkrankte das Auge und war seitdem nie wieder recht ruhig. S. nahm ab; das Fragment, theilweise abgekapselt, lag auf der Iris und wurde durch Iridectomie entfernt.

Schliesslich erwähnen Zander und Geissler, dass Tyrrel (28) 2mal abgekapselte Kupfersplitter reizlos auf der Iris liegen sah.

Nur in einem Falle von Jäger (17) lag das Kupferstückchen seit 5 Jahren der Iris frei auf. Ausser der ersten Entzündung hatte es keine wieder hervorgerufen. S. so gut wie früher.

C. Steinsplitter.

Ueberhaupt veröffentlicht sind 17 Fälle, von denen 10 die Vorderkammer betreffen.

Kürzere Zeit nach der Verletzung, von zwei Tagen bis zu drei Wochen, kamen 7 zur Beobachtung.

In Ammon's (1) Fall war der Splitter seit 4 Tagen in der Vorderkammer, eingehüllt in eine Lymphflocke. Er wurde extrahirt und die bestehende Entzündung — Hypopyon — in 8 Tagen beseitigt. Merkwürdig ist dieser Fall noch dadurch, dass durch die Verletzung, ohne nachweisbare pathologische Veränderung, absolute Amaurose eintrat.

Knapp (70) beobachtete zwei Steinfragmente, von denen eins frei in der Vorderkammer, eins auf der Iris lag. Die Verletzung bestand seit 8 Tagen. Iritis, Lichtscheu und heftige Schmerzen. Extraction.

Foltz (11): Steinchen in der vordern Kammer zwischen Cornea und Iris eingeklemmt. Am 2. Tage beginnende Iritis. Extraction, völliges Sehvermögen.

Jeaffreson (53): Ein Stein hatte Cornea und Iris verletzt. Median klar, keine Entzündung. Nach 4 Tagen entleerte sich durch die Cornealwunde der Stein; der Irisdefect blieb sichtbar. Ein sehr problematischer Fall. Ebenso fraglich ist vielleicht

Jeaffreson's (53) zweiter Fall. Einem Arbeiter flog ein Steinsplitter in das Auge. Schmerz, Entzündung durch

mehrere Wochen, wobei sich S. verlor. Als er nach dieser Zeit ankam, keine Entzündung mehr. Auf der Pupille eine hirsekorngrosse Masse, die sich nach der Extraction als Stein erwies.

Hassenstein (71): Vor 3 Tagen Steinsplitter in das rechte Auge gedrungen. In der Vorderkammer liegt das rhombisch geformte Stückchen. Starke Lichtscheu, mässige Injection; Extraction.

Santos-Fernandez (95): Drei Steinchen von der Grösse eines Stecknadelkopfes wurden durch die Iridectomie entfernt.

Drei Fälle kamen erst nach Jahren zur Beobachtung. Hierbei hatte sich das Fragment einmal in eine fibrinöse Masse eingehüllt, einmal frei in der Vorderkammer ohne erhebliche Entzündungserscheinungen und Sehstörungen verweilt.

In Friedinger's (64) Fall war es bereits 19 Jahre bei guter S. im Auge, überzogen von einer zarten Hülle. Versuch der Extraction; nachher noch in der Vorderkammer ohne weitere Störung sichtbar.

Jacob (9): Steinsplitter, der erst nach 4 Jahren erheblichen Reizzustand veranlasste.

In Cunier's (7) Fall dagegen hatte ein Steinfragment sechs Jahre in der vordern Kammer gelegen und beständig Schmerzen hervorgerufen. Das Auge war atrophisch und wurde enucleirt. Das Steinchen fand sich, umgeben von einer Membran und in dieser wieder von Eiter umspült.

Von Steinsplittern auf der Iris sind 7 Fälle bekannt. In den mit primärer Entzündung beobachteten wurde stets die Extraction ausgeführt.

Ammon (1): An einer Stelle der Iris eine gelbe Erhabenheit, die den Stein enthielt. Extraction eines Schieferstückchens. S gut.

Bei Townsend (34) lag der Stein ohne Exsudat bei geringer Reaction der Iris auf und wurde nach drei Tagen durch Iridectomie entfernt.

Schiess-Gemuseus (83) extrahirte einen Steinsplitter aus der Iris.

Yvert (81): Stein auf der rechten Iris. Iritis. Hypopyon, nach 24 Stunden Extraction.

Yvert (81): Seit 5—6 Tagen Stein auf der linken Iris. Iritis. Hypopyon. Entfernung mit Iridectomie.

Hodges (100): Steinfragment in der Iris. Erster Extractionsversuch misslang wegen zu kleinen Schnittes. Einige Tage darauf Extraction mit Iridectomie.

Nach längerer Zeit kam zur Beobachtung

Taylor's (58) Fall, in dem der Fremdkörper, deutlich auf der Iris sichtbar, drei Jahre ohne Reaction verweilt hatte, bis er Entzündung und sympathische Reizung des andern Auges hervorrief. Beides wurde durch die Extraction beseitigt.

Ob hierhin auch der Fall von

Savary (31) gehört, ist nicht recht klar. Vor 5 Jahren flog ein Stein in das Auge. 4 Monate Schmerzen, die dann aufhörten; das Sehen war aber erloschen. 3½ Jahre keine Reizung, dann wieder Schmerzen, seit 5 Wochen sehr heftig. Hintere Synechie, Linsentrübung. In der Vorderkammer, der Iris anhängend, weissliche leicht vascularisirte Masse. Extraction.

Ob hier damals gleich eine Verletzung der Linse stattfand oder die Cataract Folge der Entzündung war, ist aus der Schilderung nicht zu ersehen.

D. Cilien.

Eine Trennung der Fälle auf der Iris von denen der Vorderkammer ist hier schwer durchzuführen, zumal da in einer Reihe derselben Cilien sowohl auf der Iris als in der Kammer lagen. Ihr Vorkommen ist nicht so sehr selten; ich konnte im Ganzen — d. h. bei unverletzter Linse etc. — 21 Fälle zusammenstellen (Coste (15), v. Gräfe (zwei Fälle) (22 u. 26), Pagenstecher (22), Pamard (23), Manz (31), Schweigger (38) (2 Fälle), Rothmund (41), Monoyer (43), Berger (49), Pufahl (55), Lesche cit. bei Schubert (61), Friedinger (64), Fränkel (63), Delacroix (67), Masse (87), Landmann (88), Williamson (97), Glascott (99). Bei der

grossen Gleichartigkeit derselben ist es wohl nicht geboten, die einzelnen genauer zu referiren. Ueberhaupt liegt es ausserhalb des vorliegenden Themas auf dieses Capitel, das so innig mit dem der Iriscysten zusammenhängt, genauer einzugehen. Ich will mich darauf beschränken, hervorzuheben, dass fast ohne Ausnahme die durch das Eindringen der Cilien gesetzte Entzündung eine äusserst geringe oder keine war.

Die einzige wesentliche Ausnahme hiervon macht ein Fall v. Gräfe (26):

Perforirende Cornealwunde mit Irisvorfall. Nach Resorption des Blutes wurde eine Cilie, frei im Kammerwasser liegend, gefunden, die bei Bewegungen des Auges leicht schwankte. Druckverband. Nach 14 Tagen neue Reizung, das Auge wurde lichtempfindlich, das Kammerwasser trübe. Einige Tage darauf wurde am andern Auge gleichfalls Ciliarinjection, Trübung des Kammerwassers; zwei hintere Synechien, also sympathische Iritis, entdeckt. Entfernung der Cilie, sofortiges Aufhören der Zufälle und Wiederherstellung guter S beiderseits.

Ich werde weiter unten Gelegenheit haben, auf diesen Fall zurückzukommen, da er nach v. Gräfe's Ansicht das Beispiel einer wirklichen sympathischen Iritis in Folge eines Fremdkörpers der Iris resp. Vorderkammer bietet.

Was die Zahl der Cilien betrifft, so schwankt dieselbe zwischen 1 und 14; die längste Beobachtungsdauer ohne schädliche Folgen betrug 10 Jahre (Pagenstecher cit. bei v. Gräfe). In der Mehrzahl der Fälle, oft erst nach Jahren, trat Cystenbildung in der Iris ein, die eine Quelle neuer Reizung für das Auge wurde.

E. Holz- und Dornsplitter.

Hiervon sind im Ganzen 6 Fälle bekannt. Auf die Vorderkammer entfallen zwei.

Hassenstein (71): Ein Baumzweig schlug gegen das linke Auge. Am nächsten Tage Hornhautwunde, vordere

Synechie; in der Vorderkammer ein 3 Mm. langer Fremdkörper. Atropin, Eis. Am nächsten Tage Extraction eines Holzsplitters. Geheilt mit normaler S.

Richardson's (21) Fall kam erst 46 Jahre nach der Verletzung zur Beobachtung und betraf einen Soldaten, dem 1813 mehrere Splitter eines Astes in das Auge flogen. Damals nur ganz vorübergehende Entzündung; seit 46 Jahren Auge reizlos. Die Iris auf einen schmalen Streifen reducirt, die Splitter in eine zarte Haut gehüllt. S gut.

Auf der Iris beobachtete

Victor (10) einen Holzsplitter, der einem Zimmermann in die linke Cornea gefahren war. Durch eine heftige Bewegung des Patienten gelangte der Splitter bei einem Extractionsversuche in die vordere Kammer. Extraction verweigert. Nach 8 Jahren lag der Splitter der Iris auf und hatte ausser geringer Entfärbung derselben und geringer Abnahme der Beweglichkeit keine Störungen hervorgerufen.

Horner (24): Vor ca. 4 Wochen Stoss gegen das rechte Auge durch ein Stückchen Holz. Leichte Injection der Subconjunctivalgefässe. In der Iris eine quer verlaufende, bräunliche Stelle, Humor aqueus getrübt. Nach Atropinisirung Lageveränderung des Fremdkörpers in die Vorderkammer hinein. Extraction.

Landmann (88) theilt einen Fall mit, in dem die Spitze eines Dornes frei auf der Iris lag. Die Schmerzen verloren sich bald, keine Entzündung, so dass von einer Extraction abgesehen wurde.

Ein vierter Fall schliesslich wird von Sigismund (79) berichtet, in dem ein Holzsplitter 47 Jahre lang ohne jegliche Reizung auf der Iris lag. Aus der Beschreibung geht nicht klar hervor, ob wir diesen Fall — wegen der Cataract — hier mit aufführen dürfen. Uebrigens wurde in demselben die Extraction mit Erfolg ausgeführt.

F. Glas und Porzellan.

Ein Fall auf der Iris:

Theobald (98): Bei der Explosion eines Reagenzglases flog ein Glassplitter in das Auge und setzte sich dort am

Pupillarrand der Iris fest. Bei Atropinisirung verschwand er (hinter der Iris?) und wurde nie wieder gesehen. Anfangs Reizung, dann 10 Jahre lang reizloser Zustand.

Drei Fälle in der Vorderkammer sind von Zander-Geissler bereits mitgetheilt.

Höring (2): Ein Glassplitter hatte über 5 Jahre in der Vorderkammer verweilt, schmerzhafte Entzündungsanfälle und pannöse Trübung der Hornhaut hervorgerufen, bis es Jäger gelang, denselben zu extrahiren. Er war eingebettet in eine braune Hülle.

Critchett (19): Glassplitter, frei beweglich, seit 16 Jahren in der Vorderkammer. Öfter leichte Entzündung. Extractionsversuch: nach Abfluss des Kammerwassers war der Splitter nicht mehr aufzufinden.

Rognetta (28) schliesslich sah ein erbsengrosses Porzellanstück ohne Reiz in der vordern Kammer verweilen.

Von anderen Körpern sind noch anzuführen

Pulverkörner.

Ein solches, reizlos auf der Iris liegend, beobachtete Howe (69), auch Desmarres père (8) erwähnte öfter desselben Vorkommnisses.

Ein Schrotkorn in der Vorderkammer, ebenfalls reizlos, sah Cooper (9). Ein Unicum schliesslich dürfte der bei Zander-Geissler citirte Fall von Dupuytren sein, in dem ein Peitschenknoten in der Vorderkammer gefunden wurde, der Hypopyon bedingt hatte.

Der Vollständigkeit halber führe ich schliesslich noch die Fälle auf, in denen es mir — wegen Mangels der betreffenden Literatur — nicht möglich war, genau die Natur des eingedrungenen Körpers festzustellen.

Kummer (42): Frei in der Vorderkammer befindlicher Körper.

Berger (49): Zwei Fälle von Fremdkörpern der Iris.

Ayres (54): 1 Fall desgl.

Hartenhoff (65): 2 und Caporali (77) 3 Fälle desgl.

Man vergl. auch Berg (47), der 10 Fälle in Iris und Vorderkammer erwähnt.

Betrachten wir nun die durch das Eindringen des Fremdkörpers hervorgerufene primäre Reaction der Theile und recapituliren wir dazu Folgendes:

Vorderkammer.

In 7 Fällen von Kupfersplittern waren nach einem Verweilen von mindestens 14 Tagen 4 mal schwere Entzündungen mit Eiterbildung aufzutreten; die Fremdkörper waren in Exsudat gehüllt. Einmal war nach acht Tagen nur ein geringerer Reizzustand; einmal erfolgte sofortige Extraction.

In 6 Fällen von Eisensplittern sind eitrige Entzündungen nicht notirt. In dreien fand schon nach 12 resp. 24 Stunden die Extraction statt, einer kam nach 15 Tagen mit Iritis und Cyclitis zur Beobachtung. Der Splitter flottirte hier frei in der Kammer; in den 3 ersten dagegen war er zwischen Iris und Cornea eingekeilt, resp. steckte er mit der Spitze in der Iris. Einmal war er nach Verweilen von 40 Tagen eingekapselt.

In 4 sicheren Fällen von Steinstückchen bestand 3mal nach zwei bis acht Tagen Iritis, nur einmal Hypopyon. In diesem Falle war der Stein in ein Exsudat gehüllt.

Ein Holzsplitter hatte bis zum 2. Tage, an dem er extrahirt wurde, nur mässige Entzündungserscheinungen hervorgerufen, ein Porzellansplitter lag, gleichfalls reizlos, 8 Tage in der Vorderkammer.

Cilien schliesslich erregten unter 21 Fällen nur ein-, vielleicht zweimal primäre Entzündungen.

Iris.

In 13 Fällen von Eisensplittern der Iris hatten sich 8mal nur mässige Entzündungserscheinungen eingestellt. In der Hälfte dieser Fälle war indessen der Körper in ein eitriges Exsudat eingehüllt.

5mal entstanden in Zeit von 24 Stunden bis zu vier Wochen heftige Iritiden, dabei vier mit Hypopyon, Cyclitis etc. 4mal war hier eine Einkapselung innerhalb dreier Tage bis zu 4 Wochen vor sich gegangen.

Nur einmal wurde in 10 Fällen von Kupfer dasselbe reizlos ertragen nach 24 Stunden. 2mal fanden sich nach drei-, resp. elftägiger Beobachtungszeit nicht sehr heftige Entzündungen; beide mal war der Splitter eingekapselt. 7mal stellten sich innerhalb weniger Tage schwere Erscheinungen mit Eiterbildung in der vorderen Kammer ein, die 6mal den Fremdkörper in Exsudat einhüllten.

Steinsplitter bewirkten zweimal unter 5 Fällen nach 24 Stunden, resp. 5—6 Tagen heftige Iritis mit Hypopyon, dreimal geringere Entzündung nach drei und mehr Tagen.

Holzsplitter schliesslich riefen in den drei beschriebenen Fällen nur sehr geringe oder keine Zufälle hervor.

Cilien, s. oben.

Vergleicht man diese Gegenüberstellung, so ist zunächst ersichtlich, dass die in der Vorderkammer befindlichen Fremdkörper im Allgemeinen — wobei ein Unterschied zwischen frei beweglichen und festsitzenden nicht zu constatiren ist — eine geringere Reizung auszuüben scheinen, als die auf der Iris selbst befindlichen. Letzteres ist ja durch die directe Irritation sehr erklärlich.

Vergleichen wir aber ferner die Gruppen nach den Substanzen untereinander, so fällt noch eins auf. Man kann gewissermassen eine Scala hinsichtlich der Häufigkeit und Schwere der Entzündungen construiren, an deren einem Ende sich Cilien, Glassplitter etc. mit fast völliger Entzündungslosigkeit, an deren anderem Ende sich die Metallsplitter befinden. In der Mitte zwischen beiden steht die Gruppe der Steinsplitter.

Dürften wir nun hoffen, an der Hand des vorliegenden Materials zu einem sicheren Resultate über die Wirkung der verschiedenen Körper zu kommen, so wären wir ge-

Beobachtungen, zumal von Splittern der Vorderkammer, bestätigt diese Thatsache entschieden. Indessen konnten wir unter 13 Fällen der Iris doch 5mal heftige, meist eitrige Entzündung feststellen. Da hier nun eine mechanische und chemische Wirkung ausgeschlossen ist, bliebe es übrig, in diesen Fällen vielleicht eine septische Infection anzunehmen. Eine derartige Erklärung hat aber immerhin etwas Gezwungenes an sich, da nicht einzusehen ist, warum gerade Eisen mehr und öfter septische Stoffe in das Auge bringen soll, als andere Fremdkörper.

In einem Falle, von Horner, bietet der gleichzeitige grosse Irisprolaps wohl eine hinreichende Erklärung für die Schwere der Erscheinungen. Eine Analyse der anderen Krankengeschichten bot keine weitere Anhaltspunkte, die Aufschluss hätten geben können.

Möglicher Weise ist das menschliche Auge gegen Eisensplitter überhaupt weniger tolerant als das des Kaninchens, vielleicht sind auch thermische Einflüsse mit im Spiele. Für eine entscheidende Antwort ist die Zahl der Fälle überhaupt wohl zu gering.

Bei Steinfragmenten schliesslich ist eine chemische Wirkung keineswegs ausgeschlossen, wenn es z. B. sich um das Eindringen von Mauersteinen mit anhaftenden Kalkpartikeln handelt.

Insgesammt finden wir hier unter 11 Fällen 3mal heftige Iritis mit Hypopyon. In einem derselben (Ammon) war der fragliche Körper ein Stückchen Sandstein, bei dem ein chemischer Einfluss wohl nicht anzunehmen ist. Der Splitter war bei dem Zerspringen einer Wärmflasche in das Auge gedrungen; man kann hier also wohl an septische oder auch thermische Reize denken. In den beiden andern Fällen, von Yvert, konnte ich gleichfalls nichts Genaues eruiren; der ziemlich foudroyante Verlauf des einen macht eine Infection nicht unwahrscheinlich.

Zur vollen Entwickelung sämmtlicher Erscheinungen ist natürlich auch stets eine bestimmte Zeit erforderlich. So erklärt es sich wohl, wenn z. B. ein Kupferstück auf der Iris nach 24 Stunden noch keine Reaction, nach längerer Zeit dagegen die schwersten Zufälle hervorgerufen hatte.

Noch eins verdient vielleicht hervorgehoben zu werden, was auch dafür sprechen dürfte, dass septische Vorgänge hier keine bedeutende Rolle spielen. Nicht ein einziges Mal war, wenn die Extraction unterlassen wurde oder unmöglich war, die primäre Entzündung so gewaltig, dass sie nicht zunächst vom Organismus überwunden wurde; niemals trat hierbei eine eitrige Einschmelzug des Augapfels ein. Ja, bis auf wenige Fälle, stellte sich meist die Sehschärfe in befriedigender Weise wieder her und wurde erst später durch neue acute Attacken oder schleichende Entzündungen destruirt.

Die Frage, unter welchen Umständen in den mit primärer Entzündung zur Beobachtung gekommenen Fällen sich eine Einkapselung vollzog, entgeht im Speciellen unserer Einsicht und lässt sich nur allgemein beantworten.

Dieselbe steht zunächst in einem gewissen Zusammenhange mit der Heftigkeit der Erscheinungen. Gerade in den Fällen, die die fulminantesten Symptome boten, hüllte sich der Körper im Allgemeinen schnell ein. Dem entspricht es dann auch, wenn z. B. unter 18 Fällen von Kupfer in Vorderkammer und Iris 14mal, unter 9 Fällen dagegen von Steinsplittern nur 2mal dieses Vorkommen constatirt ist.

Auch die Dauer des Verweilens kommt hier mit in Betracht.

Mit der Zeit wird der überwiegend grössere Theil der Fremdkörper, zumal auf der Iris, eingekapselt oder wenigstens mit einer leichten Hülle an seine Unterlage geheftet. Diesen letztern Vorgang bezieht Leber bei

[illegible]

[illegible] spon- [illegible] der Fremd- [illegible] Bewegungsfreiheit [illegible] bisweilen nach Jahren die [illegible] ohne beunruhigende [illegible] ist auch hier ein späterer unglücklicher Ausgang nicht ausgeschlossen.

[illegible] ein Fremdkörper in der Vorderkammer [illegible] stets als ein höchst gefährlicher Gast zu betrachten, der bei längerem Verweilen das Auge den wechselnden Zufällen auszusetzen vermag. In einem Theile der Fälle verfällt die Sehschärfe allmählich mehr und mehr, chronische Entzündungen, schleichende Cyclitis, Chorioiditis, Netzhautablösung mit consecutivem Cataract richten dasselbe zu Grunde. Intercurrente acute Attacken dienen

bisweilen nur dazu, den Gang der Ereignisse zu beschleunigen. Oft wiederum andrerseits bricht nach jahrelanger scheinbarer Ruhe von vornherein eine heftige Entzündung aus, die vielleicht zunächst ohne Folgen zurückgeht, bis ein zweiter und dritter gleicher Anfall schliesslich das Sehen vernichtet. Zufällige Lageveränderungen des Fremdkörpers, die z. B. von Neuem seine chemische Wirksamkeit in Kraft treten lassen, erklären wohl einen Theil dieser Fälle. Hier wäre jener von Dixon besonders hervorzuheben. Für chemisch indifferente Körper trifft aber diese Erklärung nicht zu. Andrerseits möchte ich hier aber jeden Zusammenhang zwischen Fremdkörper und späteren Erkrankungen nicht von der Hand weisen. Wenn ein solches Auge nach langer Ruhe von neuen Entzündungen befallen wird und gereizt bleibt, wenn dann durch Entfernung des Fremdkörpers alle Erscheinungen dauernd beseitigt werden, so scheint mir hier ein nicht zu leugnender Causalnexus zu bestehen. Vielleicht ist hier bisweilen doch septische Infection mit im Spiele: wir müssten dann zur Erklärung dieser Vorgänge an analoge auf anderen Gebieten, an Tuberculose oder auch Schussverletzungen denken. Jedenfalls ist uns über die wirklichen Gründe noch nichts Sicheres bekannt.

Die Furcht vor sympathischer Entzündung ist nach der ganzen Tendenz der sich hier abspielenden Processe wohl erklärlich. Doch existirt in der Literatur nur ein Fall, in dem ein derartiger Zusammenhang angenommen wurde: jener bereits oben citirte von A. v. Gräfe. Hier trat sympathische Iritis ca. 2 Wochen nach dem Eindringen einer Cilie ein. Da aber gleichzeitig ein Irisvorfall vorhanden war, der für sich allein ein derartiges Ereigniss bewirkt haben kann, dürfte dieser Fall — zumal da er einzig dasteht — unwahrscheinlich und wenig beweisend sein. Sonst wurde nur sympathische Reizung beobachtet und auch diese nur in drei Fällen (Jacobi, Mason, Taylor).

In den beiden ersten hiervon bestanden hochgradige Veränderungen des erblindeten Auges, Netzhautablösung, Verknöcherung der Choreoidea etc., die an sich schon genügen, um dieses Vorkommniss zu erklären. In Taylor's Fall dürfte allerdings dem Fremdkörper direct die Schuld beizumessen sein.

Nach der Extraction im letzten, der Enucleation in den beiden ersten Fällen gingen übrigens die Erscheinungen prompt zurück.

Die Functionsstörungen, die durch das Eindringen des Fremdkörpers gesetzt wurden, waren im Allgemeinen der durch dieselbe hervorgerufenen Entzündung proportional. Nur in einem Fall von Ammon, den Zander-Geissler citiren, war ohne nachweisbare anatomische Ursache in Folge der Verletzung sofort totale Amaurose eingetreten. Wurde der Fremdkörper sofort oder während des Ablaufes der primären Entzündung oder gleich nach derselben extrahirt, so wurde jedesmal ein gutes Sehvermögen wieder hergestellt.

Auch in der grossen Mehrzahl der Fälle, die nach längerem Verweilen des Fremdkörpers zur Beobachtung kamen, unter 16 von 20, bestand noch nach dieser Zeit ein befriedigendes Sehen oder wurde dasselbe durch die Operation erzielt.

In Jacobi's Fall dagegen — der übrigens wohl zweifelhaft ist — wurde das Sehen durch die erste, in Mason's nach mehr als 10 Jahren in Folge mehrfach recidivirender Entzündung vernichtet. Owen beobachtete nach 24 Jahren Cataract, Cunier Atrophie des Bulbus mit $S = 0$.

Zum Schluss möchte ich noch Einiges über Diagnose, Prognose und Therapie hinzufügen.

Berlin u. A. haben darauf aufmerksam gemacht, wie für die Diagnose eines Fremdkörpers in der Iris eine circumscripte, gelbe, über das Niveau dieser Membran her-

vorragende Erhabenheit, in Verbindung mit der Anamnese und dem Nachweise einer Hornhautnarbe, wichtig seien. Aus meiner Zusammenstellung möchte ich dem hinzufügen, dass dieses Symptom hauptsächlich bei den metallischen Fremdkörpern vorhanden ist; für den Nachweis anderer Splitter hat es weniger Werth.

Bisweilen kann dasselbe auch zu Täuschungen Veranlassung geben, was ein hierfür lehrreicher Fall von Hirschberg und Vogler (80) beweist:

Seit 9 Jahren sass ein Kupferstückchen im Auge. Iris entzündlich infiltrirt und adhärent. S. progressiv verfallen, seit 12 Wochen Entzündung. In der Iris gelbes Knötchen. Iridectomie. Im Knötchen, das nur aus Granulationsgewebe bestand, fand sich der Splitter nicht. Derselbe lag vielmehr auf der Vorderkapsel und wurde mit einem Stilet hinausgeschoben.

Umgekehrt können Lücken im Irisgewebe selbst bei seitlicher Beleuchtung eine Unterscheidung bisweilen fast unmöglich machen, bis die Durchleuchtung mit dem Spiegel die Diagnose sichert (Piéchaud (73)).

Die Prognose ist, nach dem vorliegenden Materiale, für die Erhaltung der Form des Bulbus und für die Sehschärfe zunächst entschieden keine sehr ungünstige zu nennen. Andererseits ist aber mit genügender Beobachtungszeit kein Fall bekannt, in dem nicht späterhin bedrohliche Erscheinungen auftraten, gleichviel, ob es acute oder chronische Processe mit allmälichem Verfall des Sehvermögens, ob es sympathische Reizung oder vielleicht sympathische Entzündung war. Das wird uns veranlassen müssen in der Prognose äusserst vorsichtig zu sein. Eine günstigere würde nach unserer Casuistik nur für Holz-, Glas- und Porcellansplitter gestattet sein, wenn hier nicht die geringe Zahl der bekannten Fälle uns Reserve auferlegte.

Hiernach ist also auch unserer Therapie die Richtung vorgeschrieben, die stets in der Extraction der Fremdkörper bestehen muss. Ob sie sofort auszuführen ist, hängt natürlich von den jedesmaligen Umständen ab. Ist z. B. der Fremdkörper durch Blut oder Hypopyonbildung verdeckt, so ist es gewiss gerechtfertigt, erst einige Tage im Interesse einer sicheren Operation zu warten.

Ganz von dieser letzteren aber abzusehen, dazu sind wir, meines Erachtens, selbst in den Fällen nicht berechtigt, in welchen das Auge reizlos zu sein scheint. Dass die Ruhe eine trügerische sein kann, hat uns die klinische Erfahrung in zu vielen Fällen erwiesen. Noch kein Auge wurde durch die Extraction zu Grunde gerichtet, wohl aber manches, in dem letztere nicht vollzogen wurde. Fälle, wie der von Mooren, in dem die Entfernung nicht stattfand, aus Furcht, dass die Spitze des Kupferstückes beim Abfliessen des Kammerwassers die Linse verletzen würde, dürften wohl zu den allerseltensten Ausnahmen gehören.

Auf die verschiedenen Methoden der Extraction einzugehen, liegt ausserhalb meines Themas; Knapp u. A. haben dieses Kapitel ausführlich bearbeitet.

Zuletzt sei es mir gestattet, Herrn Professor Leber für die Liebenswürdigkeit zu danken, mit welcher er mich durch wiederholte Mittheilungen und Rathschläge unterstützt hat. —

Literatur.

1832. 1) Ammon, Graefe's Journal, Bd. XIII.
1833. 2) Höring, Geschichte eines Glassplitters, welcher beinahe 6 Jahre etc. Ammon's Zeitschrift f. Ophthalm. III, p. 103.
1834. 3) Buttler, London. med. Gazette, March 15.
1835. 4) Medicinische Zeitschrift des Vereins für Heilkunde in Preussen No. 49. — 5) Middlemore: Treatise on the Diseases of the eye, p. 604.

1840. 6) Laurent, Anales d'oculist. I, 433. — 7) Cunier, ibid. I., 440.

1841. 8) Cooper, London. med. Gazette, Oct.

1846. 9) Jacob, Dublin. med. Presse, Decbr.

1847. 10) Victor, chirurgische Zeitschrift, II. 2. — 11) Foltz, Observations pratiques sur les corps étrangers: Ann. d'ocul. XVII, p. 14.

1849. 12) Dixon, Observation d'un fragment de capsule fulminante, ayant sejournée etc. Ann. d'ocul. XXII., p. 17. — 13) Desmarres, Observations pratiques, ibid. XXIII, p. 15 — 14) Idem ibid. p. 13.

1851. 15) Coste, Des cils enfoncés dans l'oeil. Revue thérap. du Midi, 18 Septembre.

1853. 16) Stellwag, Die Ophthalmologie vom naturwissenschaftlichen Standpunkte. Freiburg.

1854. 17) Jäger, Staar- und Staaroperation.

1858. 18) Wiener Krankenhausberichte. Jahrg. 1858, S. 298.

1859. 19) Critchett, Foreign body for sixteen years loose in the anter. chamber. Ophth. Hosp. Reports I, 264. — 20) Bader, Ophth. Hosp. Rep. I, 139. — 21) Richardson, Dubl. quarterly Journ. 28, p. 320.

1860. 22) v. Graefe, Eindringen von Cilien in die vordere Kammer. A. f. O. VII. 2, p. 139. — 23) Bernard, Ann. d'ocul. XLIII. p. 27.

1863. 24) Horner, Fremdkörper in der Iris. Zeh. klin. Mon.-Bl. I, 395. — 25) Rothmund, Bayerisches Intell.-Blatt, No. 28.

1864. 26) v. Graefe, Epidermoidalgeschwulst in der vorderen Kammer. A. f. O. X. 1, p. 211. — 27) Stoeber, Cyste der Iris, eine Cilie enthaltend. Klin. Mon. II, 362. — 28) Zander und Geissler, Die Verletzungen des Auges.

1866. 29) Warlomont, Corps étranger dans l'oeil. Annal. d'ocul. LVI, p. 42.

1867. 30) Berlin, Ueber den Gang der in den Glaskörper eingedrungenen Fremdkörper. A. f. O. XIII. 2, p. 241.

1868. 31) Manz, Cilie in der vordern Kammer. Klin. Mon.-Bl., 178. — 32) Jacobi, Abgekapseltes Eisenstück in der Iris, A. f. O. XIV. 1, p. 142. — 33) Fonck, Iritis syphilitique et corps étranger de l'iris. Presse médicale, No. 37 u. 38.

1870. 34) Townsend, Fragment of stone impacted in the iris. Lancet Mai, p. 733. — 35) Businelli, Sull' estrazione dei corpi estran. etc. Giorn. d'oftalm., p. 15. — 36) Lebrun, Corps étranger de l'iris. Ann. d'ocul. LXIV, p. 137.

1871. 37) Salomon, Fremde Körper in der vord. Augenkammer. Deutsche Klinik, No. 9. — 38) Schweigger, Klin. Mon. IX, p. 405. — 39) Rothmund, Zur Pathogenese der Iriscysten. Klin. Mon., p. 397.

1872. 40) Wagner, W. Extraction eines Eisensplitters aus der vord. Kammer. Klin. Mon., p. 337. — 41) Rothmund, Ueber Cysten der Regenbogenhaut. Klin. Mon. X, 189. — 42) Kummer, Fall von frei in der Augenkammer schwimmendem Körper. Correspond.-Bl. f. Schweizer Aerzte, No. 22, 507. — 43) Monoyer, Epithélioma perlé an margaritoide de l'iris. Paris. — 44) André, Deux observations de blessures de l'oeil. Ann. d'ocul. LXVIII, p. 184. — 45) Bastide, Corps étranger enkysté dans l'iris. Journ. d'ophthalm. I, 247.

1873. 46) Bernard, Eclat de capsule dans la chambre antérieure. Gaz. méd. de l'Algérie, No. 5. — 47) Sous, Des corps étrangers de l'oeil. Le Bordeaux médical, No. 34 —36. — 48) Owen, Piece of steel for 22 years in the anterior chamber of the eye. Brit. med. Journ. Decbr. 6.

1874. 49) Berger, Ophthalmologische Mittheilungen aus der Rothmund'schen Klinik. — 50) Hirschberg, Ueber Fremdkörper im Augen-Innern und der Vorderkammer. Berl. klin. Wochenschr. No. 5. — 51) Savary, Corps étranger ayant sejourné cinq ans dans un oeil. Ann. d'ocul. 2. XXII, p. 17. — 52) Mooren, Ophthalmolog. Mittheil. — 53) Jeaffreson, On foreign bodies within in eye. Med. Times and Gazette, p. 432, March 28.

1875. 54) Ayres, Miscellan. cases and observations. Cincinnati Lancet and Observer, January, p. 8. — 55) Pufahl, Cilie im Augen-Innern, Zeitschrift f. praktische Medicin. — 56) Stawbridge, Foreign bodies in the eyeball. Transact. of the Amer. Ophthalm. Soc.

1876. 57) Waldhauer, Verletzungen des Auges. Klin. Mon., p. 96—123 und 289—298. — 58) Taylor, Two cases of foreign bodies, long retained in the anter. chamber. Med. Times and Gaz., p. 284. — 59) Schwarzbach, Ueber

Fremdkörper im Augen-Innern. A. f. A. V. 2, p. 325. — 60) Wecker, Die Erkrankungen des Uvealtractus. Handbuch von Graefe-Saemisch.

1877. 61) Schubert, Ueber Fremdkörper in der vordern Augenkammer. Inaug.-Dissert. Berlin. — 62) Mason, Cases of foreign bodies in the eye. Ophthalm. Hosp. Rep. IX, p. 158.

1878. 63) Fränkel, Cilie in der vordern Kammer. Klin. Mon. XVI, p. 127. — 64) Friedinger, Fremde Körper im menschlichen Auge. Wiener medicin. Wochenschr., p. 352. — 65) Haltenhoff, Jahresbericht über seine Augenklinik. — 66) Mouilleron, Contribution à l'étude des corps étrangers. Thèse de Paris. — 67) Delacroix, Des corps étrangers libres dans la chambre antérieure. Union médic. du Nord-Est, No. 9. — 68) Coutes, Lancet p. 719.

1879. Howe, The Buffalo med. and surg. Journ., Novbr. — 70) Knapp, Die Entfernung von Fremdkörpern aus dem Innern des Auges. A. f. A. VIII. 1, p. 71. — 71) Hassenstein, Zur Casuistik der fremden Körper in der Vorderkammer des Auges. In.-Diss. München. — 72) Ströhmberg, Günstiger Verlauf einer Ciliarkörperverletzung etc. Petersburger medic. Wochenschr. IV, p. 330. — 73) Piéchaud, Sur une erreur de diagnostic. Gaz. des hôpitaux, p. 103. — 74) Crespi, Delle lesioni violente dell' occhio. Annal. d'Ottalm. VIII, 20. — 75) Jäger, Ein Fall von erfolgreicher Extraction eines Zündhütchens etc. A. f. A. IX. 1, p. 80.

1880. 76) Ziwinsky, Fall von Extraction eines Eisensplitters aus der vordern Kammer. Aerztl. Blttr. No. 332. Ref. Centralbl. f. A., März. — 77) Caporali, Sull 'estrazione dei corpi estran. Il Cesalpino. — 78) Knapp, Zwei Fälle von Fremdkörpern im Auge, A. f. A. IX, 2. — 79) Sigismund, Ein Holzsplitterchen, 47 Jahre lang etc. Berlin. klin. Wochenschr., No. 5. — 80) Hirschberg und Vogler, Ueber Fremdkörper im Augen-Innern. A. f. A. IX, 3. — 81) Yvert, Traité pratique et clinique des blessures du globe de l'oeil. Paris. — 82) Hotz, Zündhütchenfragment in der Iris seit 25 Jahren. A. f. A. IX, 1. — 83) Schiess-Gemuseus, Ueber Fremdkörper in der Iris und vordern Kammer. Corresp.-Bl. f. Schweizer Aerzte, No. 21 u. 22, cfr. auch Jahresbericht der Augen-

heilanstalt zu Basel. — 84) Coudron et Debierre, Fragment d'acier logé dans l'iris. Revue d'ocul. du Sud-Ouest IV, p. 81. — 85) Hasner, Die Verletzungen des Auges in gerichtsärztlicher Beziehung. Handbuch von Maschka. Prag.

1881. 86) Meyer, Revue méd. franç. et étrangère, 26 Febr. — 87) Masse, Des tumeurs perlés de l'iris. Record d'Ophthalm.

1882. 88) Landmann, Ueber die Wirkung aseptisch in das Auge gedrungener Fremdkörper. A. f. O. XXVIII. 2, p. 153. — 89) Leber, Notiz über die Wirkung metallischer Fremdkörper im Innern des Auges. Ibid. p. 237. — 90) Landesberg, Zehnjähriges Verweilen eines Eisensplitters etc. Klin. Mon. XX, p. 320. — 91) Id. Siebenjähriges Verweilen eines Zündhütchenfragmentes. Ibid., p. 323. — 92) Id. Dreijähriges Verweilen eines Eisensplitters etc. Ibid., p. 324. — 93) Griffith, Removal of ship of iron from the iris. Ophthalm. Rev. I, 109. — 94) Little, Ophth. Rev., Juli. — 95) Santos-Fernandez, Cronica oftalm. Ref. Centralbl. f. A. — 96) Hirschberg, Ein Fall von Magnet-Operation. Berl. klin. W. No. 21. — 97) Williamson, Eyelashes in the anter. chamber of the eye. Lancett, Septbr. 23. — 98) Theobald, Transact. of the Amer. Ophthalm. Soc. Ref. Centralbl. f. A.

1883. 99) Glascott, Three cases of cilia in the anter. chamber. Lancet, No. 19. — 100) Hodges, Cases of foreign bodies in the cornea and iris. Opth. Rev. II. 19, p. 133. — 101) Knapp, Fremdkörper in der Cornea. A. f. A. XII, p. 313. — 102) Szili, Ueber Augenverletzungen. A. f. A. XIII. 1. — 103) Weiss, Extraction eines etwa 4 Mm. langen etc. Zeh. klin. Mon. XXI., Septbr.

Hamburg, im October 1883.

Beobachtungen über die Wirkung ins Auge eingedrungener Metallsplitter.

Von

Professor Th. Leber
in Göttingen.

Die Wirkungen in's Auge eingedrungener Fremdkörper habe ich in den letzten Jahren durch zahlreiche Versuche an Thieren genauer festzustellen gesucht, besonders mit Rücksicht auf die Frage, wie weit diese Fremdkörper an und für sich Entzündung bewirken und wie weit die letztere durch Verunreinigung des Fremdkörpers mit niederen Organismen entsteht. Ich habe über die Ergebnisse dieser Versuche bisher nur einige kurze Mittheilungen gemacht *), da ich beabsichtige, dieselben später im Zusammenhang ausführlicher zu veröffentlichen. Auch jetzt möchte ich auf diesen Gegenstand nur kurz eingehen; doch veranlasst mich die vorhergehende Arbeit Dr. Franke's zu

*) Vergl. Th. Leber, Ueber die Wirkung von Fremdkörpern im Inneren des Auges. Transact. of the internat. med. Congress. VII. Sess. Vol. III, p. 15—19. London 1881. — Landmann, Ueber die Wirkung aseptisch in das Auge eingedrungener Fremdkörper. Dieses Archiv XXVIII. 2, S. 155—156. — Th. Leber, Notiz über die Wirkung metallischer Fremdkörper im Innern des Auges. Ibid. XXVIII. 2, S. 237—238. 1882.

[illegible] kürzlich be- [illegible] welche die reine, [illegible] Metall- [illegible] erlaubten.

[illegible] natürlich nur [illegible] werden. Wenn [illegible] nicht zu er- [illegible] auf den Grad der [illegible] entzündlichen [illegible] sehr wohl denkbar.

[illegible] chemisch indifferenten [illegible]. Dass [illegible] Anwesenheit im Auge [illegible] wird nicht nur durch Versuche [illegible] Beobachtungen [illegible] Landmann eine [illegible] Zusammenstellung* [illegible] hat, zur Genüge [illegible], so dass wir die in einzelnen Fällen gleichwohl [illegible] gewiss auf die Mitwirkung anderer Ursachen zu [illegible] berechtigt sind.

Weit [illegible] ist die Beurtheilung der viel häufigeren Verletzungen durch chemisch nicht indifferente Fremdkörper, insbesondere Eisen, resp. Stahl, und Kupfer, wo es gewöhnlich zum Auftreten von Entzündung kommt, von der wir aber bei der Ungewissheit, ob der Fremdkörper [illegible] war oder nicht, im einzelnen Fall nicht sicher angeben können, ob sie der Wirkung des Fremdkörpers selbst oder einer septischen Verunreinigung desselben zuzuschreiben ist. Es ist bekannt und ergibt sich auch wieder aus der in diesem Heft enthaltenen sorgfältigen Zusammenstellung Franke's von Fremdkörpern in der vorderen Augenkammer, dass die Wirkungen derselben auch unter scheinbar gleichen Bedingungen keineswegs constant sind, indem ihrem Eindringen bald stärkere, bald schwächere

*) loc. cit.

Entzündung folgt und indem in seltenen Fällen nach geringfügiger Reizung sogar eine Toleranz für den Fremdkörper eintritt, der sodann lange Zeit ohne Schaden vertragen werden kann.

Auf den ersten Blick könnte es am einfachsten scheinen, diese Differenzen durch die Annahme zu erklären, dass das Eintreten von Entzündung, abgesehen von ganz geringen Graden derselben, auch bei Fremdkörpern aus Eisen und Kupfer immer durch eine gleichzeitige Infection bedingt sei, während das unschädliche Verweilen im Auge auf der zufällig aseptischen Beschaffenheit des Fremdkörpers beruhe. Gegen diese Annahme lässt sich aber schon einwenden, dass bei der Häufigkeit, mit welcher auf das Eindringen der genannten Metalle entzündliche Erscheinungen folgen, die septisch complicirten Verletzungen dieser Art die Regel, die reinen dagegen die seltene Ausnahme bilden müssten, was doch nicht gerade wahrscheinlich ist. Ueberdies haben die Versuche gezeigt, dass von den genannten Metallen bei Thieren wenigstens das Kupfer, auch bei völlig aseptischer Einführung, unter gewissen Bedingungen eitrige Entzündung hervorrufen kann. Es haben sich dabei auch bemerkenswerthe Verschiedenheiten, nicht nur zwischen der Wirkung von Kupfer und Eisen, sondern auch je nach der Lage des Fremdkörpers in Bezug auf die gefässhaltigen Theile des Auges, herausgestellt, woraus hervorgeht, wie zahlreich und complicirt die hier in Betracht zu ziehenden ursächlichen Momente sind. Wir werden daher, um zur richtigen Einsicht in die Vorgänge beim menschlichen Auge zu gelangen, von den sicher gestellten Ergebnissen der Thierversuche auszugehen und die Erscheinungen möglichst genau untersuchter Fälle von Verletzungen beim Menschen damit zu vergleichen haben. Hierzu möchte ich mit diesen Zeilen einen kleinen Beitrag liefern.

Ich will zunächst die in meinen Versuchen wahrgenommenen Folgen des Eindringens aseptischer Fremdkörper aus Eisen und Kupfer in die vordere Augenkammer kurz zusammenfassen.

Bringt man Stücke von Nähnadeln, die man zuvor durch Erhitzen desinficirt hat, in die vordere Kammer vom Kaninchen, indem man sie mit einer geeigneten Pincette einsticht und mit einer stumpfen Nadel von gleicher Dicke hineinstösst, so treten auch bei beträchtlicher Grösse des Fremdkörpers nur sehr unbedeutende Reizerscheinungen auf. Dieselben sind natürlich um so geringer, je glatter die Einführung gelingt und je weniger Kammerwasser dabei abgeflossen ist. Der Fremdkörper senkt sich in den unteren Theil der vorderen Kammer; es zeigt sich nur eine geringfügige Injection, gewöhnlich auf den unteren Umfang der Hornhaut beschränkt, die sich sogar sehr bald für einige Zeit ganz verliert, um später wieder auf's neue hervorzutreten, besonders bei Lageveränderungen des spitzen Fremdkörpers, die aber immer nur ganz geringen Grades ist. Nach einigen Tagen bekommt die Nadel zuerst an ihrem dickeren Ende, dann auch an anderen Stellen, durch Auflagerung einer dünnen Exsudatschicht eine gelbliche Färbung, die allmählich in eine dunklere, rostbraune Farbe übergeht; ist diese Auflagerung nur partiell, so verliert die Nadel an den anderen Stellen wenigstens ihren Metallglanz. Das Kammerwasser zeigt keine Trübung und keine über die nächste Umgebung der Nadel hinausgehende Exsudation. An den Stellen, wo die Nadel mit der Hornhaut oder Iris in Berührung ist, wird sie gewöhnlich mit diesen Theilen durch eine geringe Menge braungefärbten Exsudates verklebt; der anstossende Theil der Hornhaut zeigt mitunter eine leichte, ganz umschriebene Trübung oder wird Sitz einer zarten Vascularisation. Kommt die Nadelspitze gegen die Hornhaut zu stehen, so wird diese allmählich usurirt und die Nadel kommt an der Aussen-

fläche der Hornhaut zum [illegible]. [illegible] Fällen solche Augen, die [illegible] vollkommen [illegible] befanden, Monate und [illegible] andere Folgezustände [illegible] 527 Tagen das [illegible] Auge [illegible] extrahirt, worauf [illegible] Heilung [illegible].

Ganz anders [illegible] gleich gelagerten [illegible] Iris auf, so [illegible] Tagen unter [illegible] tender Irishyperämie [illegible] werden, der [illegible] der vorderen Kammer [illegible] Art der Begrenzung [illegible] grenzten Kuppe [illegible] Kammer [illegible] sich in Abständen [illegible] dabei den [illegible] nächsten [illegible] Später [illegible] das [illegible] den [illegible] liegende [illegible] oder mit [illegible] spontanen [illegible] kam, worauf [illegible] eine [illegible] die Entzündung [illegible] die näheren [illegible] [illegible]

Diese [illegible] der [illegible] dass die [illegible] Wirkung des [illegible]

die Versuchsmethode sicher auszuschliessenden, zufälligen Infection zuzuschreiben ist.

Von besonderem Interesse sind die Erscheinungen, welche man nach Einführung zahlreicher feiner Partikelchen der genannten Metalle in die vordere Kammer beobachtet, welche ich hier nur in aller Kürze erwähnen will. Nach Injection von Kupferfeile in die vordere Kammer umgiebt sich jedes der zahlreichen Partikelchen mit einer Eiterhülle, so dass die Iris von einer zahllosen Menge feinster Eiterknötchen bedeckt ist. Nach einiger Zeit tritt eine langsame Abnahme dieser Eiterknötchen ein, dieselben verschwinden allmälig spurlos und meistens ohne dass dabei das eingeschlossene Metallpartikelchen zum Vorschein kommt. Der Endausgang ist vollständige Restitutio ad integrum; ich habe in der That gesehen, dass sämmtliche eingeführte Metallpartikelchen spurlos resorbirt wurden.

Um die Wirkung des Eisens damit zu vergleichen, wurde an zwei Augen eine Suspension von Ferrum hydrogenio reductum in die vordere Kammer injicirt. Trotzdem wegen der feineren Vertheilung eine noch stärkere Wirkung zu erwarten war, erfolgte nur geringe Reaction. Der Metallstaub wurde in ein die Pupille deckendes Fibringerinnsel eingeschlossen, das sich ziemlich rasch resorbirte und nach einigen Wochen grösstentheils verschwunden war. Am Tage der Injection waren in dem Fibrin noch zahlreiche grau-metallisch aussehende Pünktchen zu sehen, während man in den nächsten Tagen statt ihrer feinste gelbliche Pünktchen wahrnahm. Hierin zeigt sich offenbar eine Analogie zu dem Verhalten des Kupfers, doch mit dem Unterschied, dass hier die entzündungserregende Wirkung nur eine äusserst geringe ist.

Im grellen Contrast zu den Folgen, welche Kupferdrähte hervorrufen, wenn sie der Iris aufgelagert sind, steht das völlige Ausbleiben von Entzündung, sogar von jeder Injection, das ich beobachtete, wenn ich einen spitzen

Kupferdraht durch die Mitte der Hornhaut bis in die Linse einbohrte uud so weit vorschob, dass er nicht mehr mit der Hornhaut in Berührung war, sondern nur eine Strecke weit in die vordere Kammer vorragte. Ich kann vorläufig nur annehmen, dass durch die Anwesenheit einer reichlichen Menge von Eiweiss in der nächsten Umgebung des Fremdkörpers die geringe in jedem Augenblick zur Lösung kommende Menge von Kupfer sofort gebunden wurde und sonach nicht bis zu den gefässhaltigen Theilen, besonders der Iris, sich verbreiten konnte.

Ich habe schon vor einiger Zeit begonnen, die aus dem menschlichen Auge extrahirten oder dem frisch enucleirten Bulbus entnommenen Fremdkörper sammt dem sie umhüllenden Exsudat mit Hilfe der neueren Methoden auf das Vorhandensein von Spaltpilzen zu untersuchen und will über die bisher dabei erlangten Resultate hier kurz berichten.

Fall 1.

Dietrich Henke, 9 Jahre alt, verletzte sich vor 14 Tagen durch ein abgesprungenes Zündhutstück. 1 Mm. lange Hornhautnarbe am inneren oberen Rande, gegenüber kleine Lücke in der Iris. Beginnende Cataract. Fremdkörper nicht zu sehen. Nur leichte Injection. Sehvermögen der Trübung entsprechend.

5 Monate später ist die Cataract completirt, die Kapsel nach innnen oben etwas verdickt, hier und nach aussen oben je eine hintere Synechie. Kaum merkliche Injection. Druck normal. Lichtschein nicht sicher niederste Lampe, Projection gut. Modificirte Linearextraction nach innen oben. Die zum Theil etwas gelblich gefärbte Cataract tritt leicht aus, aber kein Fremdkörper. Es wird jetzt noch etwas Iris gerade nach innen excidirt, und dadurch noch ein Stück verdickter Kapsel frei gelegt. Nach Extraction der letzteren mit der Kapselpincette folgt ein 3 Mm. langes, $1\frac{1}{2}$ Mm. breites Kupferstückchen, das in der Gegend des Ciliarkörpers gesessen hatte, gefolgt von wenig normal consistentem Glaskörper.

Das Kupferstückchen zeigt auf einer Seite einen dünnen eitrigen Belag. Mikr. mehrkernige Eiterkörperchen mit

blassen groben Körnchen erfüllt. Ein mit Gentiana gefärbtes Trockenpräparat zeigt keine Spaltpilze. Keine Metallreaction, nur einige Pigmentzellen färben sich blau mit Blutlaugensalz und Salpetersäure (hämatogenes Pigment).

Die Linsensubstanz lässt zum Theil wohl erhaltene Linsenfasern erkennen, dazwischen viele grosse Körnchenzellen. Die Kapselverdickung besteht aus dicht gedrängten Zellen verschiedener Gestalt, zum Theil ebenfalls Körnchenzellen.

Heilung normal mit Wiederherstellung von etwas Sehvermögen, das später noch zu bessern sein wird.

Mit grosser Wahrscheinlichkeit lässt sich somit für diesen Fall annehmen, dass das aseptisch in die Gegend des Ciliarkörpers eingedrungene Kupferstückchen eine ganz umschriebene eitrige Entzündung hervorgerufen hatte, die sich äusserlich fast gar nicht zu erkennen gab. Nach den oben mitgetheilten experimentellen Erfahrungen über die Wirkung der Iris aufgelagerter Kupferstückchen sind wir auch wohl berechtigt, in dem vorliegenden Falle die Entzündung der chemischen Wirkung des Fremdkörpers zuzuschreiben. Dasselbe gilt auch für die Fälle, wo beim Menschen in der Umgebung eines auf der Iris sitzenden Kupferstückchens eine eitrige Exsudation beobachtet wird. Die Erscheinungen, welehe in den meisten Krankengeschichten berichtet werden, stimmen damit wohl überein, besonders auch darin, dass die Entzündung in der Regel keine sehr grosse Intensität und namentlich keine Neigung zur Weiterverbreitung besitzt.

Auch im folgenden Falle, wo ein auf der Iris sitzender Eisensplitter eine leichte umschriebene Exsudation bewirkt hatte, hat mich die Untersuchung in Bezug auf die Mitwirkung von niederen Organismen zu einem durchaus negativen Resultate geführt.

Fall 2.

Karl Schmock, ein 17jähriger Schlosser, stellte sich vor, weil ihm 5 Tage vorher beim Arbeiten an der Drehbank ein Stahlsplitter in's Auge geflogen war. Leichte Schmerz-

empfindung nur kurze Zeit nach der Verletzung. Mässige Ciliarinjection, Kammerwasser eben merklich getrübt, Iris leicht verfärbt. Nahe dem inneren unteren Hornhautrand eine kaum 1 Mm. lange Hornhautnarbe und gegenüber auf der Iris, etwas höher, ein ebenso grosses dottergelbes Exsudatklümpchen, das einen Fremdkörper einzuschliessen scheint. Annäherung eines Magneten bewirkt keine Verschiebung des Fremdkörpers. Glaskörper und Augengrund normal. $S = \frac{20}{40}$.

Am folgenden Tag ist der Zustand unverändert. Nach Verengerung der Pupille durch Eserin liegt der Fremdkörper dem Pupillarrand der Iris ein wenig näher als dem Ciliarrande. Kleiner Linearschnitt nahe dem Hornhautrand mit schmalem Messer, Irisvorfall vermieden. Nach Einführung des Hirschberg'schen Electromagneten in die Wunde sieht man den Fremdkörper langsam vorrücken und in der Wunde erscheinen, dahinter aber die damit verklebte Iris. Ersterer lässt sich mit dem stumpfen Häkchen leicht von der Iris lösen, die alsdann mit dem Spatel reponirt wird, worauf in 8—10 Tagen ganz befriedigende Heilung erfolgt.

Das extrahirte Stückchen erwies sich als ein flacher Stahlsplitter von 1¼ Mm. Länge, 1 Mm. Breite und ¼ Mm. Dicke und von unregelmässig dreieckiger Gestalt. Nur die vordere, nach der Hornhaut gekehrte Fläche war von der schon in situ bemerkten, eigelben Exsudatschicht bedeckt, während die der Iris zugekehrte, hintere Fläche eine schwarze Farbe darbot.

Die Exsudatschicht war nur von geringer Dicke und bestand, wie die sofort vorgenommene Untersuchung ergab, aus mässig zellenreichem Fibrin, welches durch die Einwirkung des Eisens in besonderer Weise verändert war und durch Einlagerung von fein vertheiltem Eisenoxydhydrat eine gelbe Färbung angenommen hatte. Die Fibrinfäden sind eigenthümlich steif, stärker lichtbrechend und in kürzere und längere Stücke getheilt, in welche sie bei der Präparation auch leicht aus einander brechen. In das Netz dieser Fäden sind stark lichtbrechende, gelbbraun gefärbte, undeutlich grobkörnige Zellen von der Grösse der Lymphkörperchen und darüber eingelagert. Ihre Färbung ist meistens ziemlich gleichmässig, doch finden sich bei einzelnen auch dunkler rostfarbige Körner und Klümpchen eingeschlossen. Das Gewebe ist ziemlich opak, wird aber durch Essigsäure etwas gehellt, so dass durch

Hämatoxylin die Kerne der mit Eisen imprägnirten Zellkörper sichtbar werden. Zusatz von gelbem Blutlaugensalz und Salpetersäure bewirkt eine höchst intensive Blaufärbung des ganzen Gewebes. Das Verhalten ist genau dasselbe, wie ich es nach Einführung von Nähnadelstücken in den Glaskörper am Kaninchenauge oft genug beobachtet habe und stimmt in chemischer Beziehung auch durchaus mit dem Verhalten der Linse bei Anwesenheit von Eisenstücken in derselben überein.*)

Auf die Anwesenheit von Spaltpilzen wurde sowohl frisch als nach Zusatz von verschiedenen Reagentien und mit Hilfe von Färbungsmitteln, aber mit durchaus negativem Resultat untersucht. Uebrigens ist nach der ziemlich intensiven chemischen Wirkung, welche der Stahlsplitter auf seine Umgebung ausgeübt hatte, deren Vorkommen gewiss auch nicht zu erwarten.

Wir werden uns den Hergang also so vorstellen dürfen, dass beim Menschen auch die chemische Wirkung des Eisens an der Berührungsstelle mit der Iris stark genug ist, um hier eine umschriebene Entzündung zu bewirken. Das dadurch gelieferte Exsudat wird dann weiterhin durch dieselbe chemische Wirkung in eigenthümlicher Weise verändert, so dass es die im obigen Falle beschriebene Beschaffenheit annimmt. Auch das Eisen ist somit für das menschliche Auge als eine an und für sich Entzündung erregende Substanz zu betrachten. Die dadurch bewirkte Entzündung ist aber ziemlich geringen Grades, jedoch stärker als beim Kaninchen-Auge. Abgesehen von diesem graduellen Unterschiede sind aber die Erscheinungen im wesentlichen dieselben, so dass die Thatsachen unter einander in ganz befriedigender Weise harmoniren.

Was die gar nicht seltenen Fälle betrifft, wo nach Eindringen von Metall-, besonders Kupfersplittern in das Bereich des Ciliarkörpers oder der Chorioidea eine ausgedehntere eitrige Glaskörper-Infiltration beobachtet wird,

---

*) Vergl. unten S. 256—258.

so möchte ich mir zur Zeit über die Möglichkeit der aseptischen Entstehung derselben noch kein bestimmtes Urtheil erlauben. In nachstehendem Falle hat sich sowohl bei mikroskopischer Untersuchung mit Hilfe von Tinctionsmitteln, als nach Impfung in die vordere Augenkammer, (die keine Entzündung hervorrief), ein negatives Resultat ergeben; doch würde ich zur völligen Sicherheit für gerathen halten, mit den Entzündungsprodukten Culturversuche auf geeigneten Nährsubstanzen anzustellen, was ich vorkommenden Falles auszuführen gedenke.

Fall 3.

Wilhelm Sasse, 3 Jahre alt, verletzte sich vor 4 Wochen in der Schlosserwerkstätte durch Hämmern auf einen Amboss. Auge mässig, aber tief injicirt. Kleine lineare Hornhautnarbe nach unten mit Einklemmung der Iris. Dahinter eine strangförmige Linsentrübung, welche von dem etwas eingerissenen unteren Pupillenrand die Linse durchsetzt. Ausgedehnte, goldgelb schimmernde Infiltration im unteren Theil des Glaskörpers. Pupille nach oben schwarz. Druck etwas herabgesetzt. Von Fremdkörper nichts zu sehen.

Anatomische Untersuchung des sofort enucleirten, frischen Auges. Beim Aufschneiden im verticalen Meridian fliesst viel gelbliche, nur leicht trübe Flüssigkeit aus, die beim Stehen ein gallertiges Gerinnsel ausscheidet. Mit Essigsäure giebt sie nur mässige Trübung, mit Salpetersäure einen dicken käsigen Niederschlag. Nach der Gerinnung enthält sie nur ziemlich spärliche Lymphkörperchen.

Die eitrige Infiltration nimmt einen grossen Theil der unteren Hälfte des Glaskörpers ein. Der übrige Glaskörper ist geschrumpft und von der Retina abgelöst, der dadurch entstandene Raum war von der ausgelaufenen Flüssigkeit erfüllt gewesen. Dicht hinter der Linse erstreckt sich die Trübung noch auf den oberen Theil des Glaskörpers, ist aber hier weniger intensiv, mehr von graulichem Aussehen. Die strangförmige Trübung der Linse setzt sich in eine schalenförmige, dicht unter der Kapsel liegende Trübung der hinteren Corticalis fort. Der grösste Theil der Linse ist durchsichtig.

Die Papille und angrenzende Retina sind etwas verdickt;

die Retina zart und mit Ausnahme einer kleinen radiären Falte überall anliegend.

Der Fremdkörper sitzt fast genau im verticalen Meridian dicht hinter dem Aequator nach unten den Augenhäuten auf, in Exsudat eingehüllt. Dahinter sieht man auf der Retina eine grössere Zahl hirsekorngrosser Exsudatknötchen, die sich leicht abheben lassen. Der Glaskörper ist an dieser Stelle abgelöst. Beim Einschneiden der Exsudathülle kommt ein $3^1/_2$ Mm. langer, $1^1/_2$ Mm. breiter Eisensplitter zum Vorschein. Das ihn zunächst umgebende Exsudat ist gelbbraun gefärbt und besteht aus zarten amorphen Membranen und Fetzen, die starke Eisenreaction geben; daneben finden sich viele fettartig glänzende Körnchen; weiterhin Eiterkörperchen, die dicht mit glänzenden Tröpfchen erfüllt sind, und vereinzelt dunkelbraune Pigmentkörner und Klumpen, die ebenfalls Eisenreaction geben. Der Fremdkörper sitzt der Chorioidea auf, die Retina ist an der Stelle als solche nicht mehr zu erkennen. Die Eiterkörperchen im Glaskörper enthalten ebenfalls fettartig glänzende Tröpfchen, die aber mit Osmiumsäure sich nicht schwärzen und mit Fuchsin nicht roth färben, also wohl nicht aus Fett bestehen; der weniger getrübte Theil des Glaskörpers zeigt ein dichtes Fibrinnetz mit mehr vereinzelten Eiterkörperchen. Mikrococken oder sonstige parasitäre Elemente auch mit Tinction nicht nachzuweisen.

Von dem eitrig infiltrirten Glaskörper wurde sofort nach Eröffnung des Auges je ein ziemlich grosses Stückchen mit vorher geglühten Instrumenten einem Kaninchen an beiden Augen durch einen kleinen Lanzenschnitt in die vordere Kammer gebracht. Ausser etwas Fibringerinnung in der Umgebung des Fremdkörpers, wie sie auch bei ganz indifferenten organischen Substanzen stets einzutreten pflegt, blieb der Eingriff ohne weitere Folgen und nach 19 Tagen waren die Stückchen spurlos resorbirt.

Trotz dieser negativen Resultate möchte ich, wie schon bemerkt, diesen Fall noch nicht für völlig beweisend halten und weitere Erfahrungen abwarten.

Auch in der Hornhaut sitzende Eisenstückchen scheinen durch ihre chemische Wirkung allein Entzündung hervorzurufen, wie aus folgender Beobachtung hervorgeht,

die ich noch während der Abfassung dieser Zeilen zu machen Gelegenheit hatte.

Fall 4.

Einem Arbeiter war vor 1½ Tagen ein Stahlfunken auf die Hornhaut geflogen. Man bemerkt etwas nach unten von der Hornhautmitte einen dunklen, leicht prominirenden Punkt, der von einem schmalen gelben Saum umgeben ist, das Ganze von nur ca. ½ Mm. Durchmesser. Die Umgebung zeigt eine leichte diffuse Trübung in der Ausdehnung von mehreren Millimetern, am Boden der Kammer ein eben merkliches Hypopyon. Bei der Entfernung des kleinen Fremdkörpers zeigt sich, dass er sich etwas tiefer als gewöhnlich in die Hornhaut eingebrannt hatte. Die Untersuchung des gleichzeitig entfernten Stückchens necrotischen Hornhautgewebes erwies dasselbe als trübe, braun gefärbte Hornhautgrundsubstanz, die eine sehr intensive Eisenreaction gab. Die vom Rande herrührenden Partikelchen zeigten mit der Färbungsmethode (Gentianaviolett) ganz gut erhaltene Epithelzellen, aber keine Spur von Spaltpilzen, welche sonst bei Beginn der Keratitis septica durch diese Methode stets mit Leichtigkeit zu erkennen sind.

Nach Entfernung des Fremdkörpers war das Hypopyon schon am nächsten Tage verschwunden und erfolgte in Kurzem vollständige Heilung.

Es ist bekannt, dass Stahlfunken, die etwas länger als gewöhnlich auf der Hornhaut sitzen bleiben, daselbst eine leichte demarkirende Entzündung erregen, die zur spontanen Abstossung des Fremdkörpers führt und sich auch wohl mit einem leichten Hypopyon verbinden kann; in obigem Fall trat diese Entzündung entsprechend dem tieferen Sitze des Fremdkörpers relativ früh ein. Dass sie durch die chemische Wirkung des Fremdkörpers bedingt ist, scheint auch daraus hervorzugehen, dass sie auftritt, noch ehe es zur Elimination des letzteren gekommen ist, wo also der kleine Schorf noch festsitzt und ein Eindringen von Infectionskeimen wohl kaum gestattet. In gleichem Sinne argumentirt die rasche Heilung nach

Entfernung des Fremdkörpers, wie sie bekanntlich auch sonst in derartigen Fällen einzutreten pflegt.

Es würde sich verlohnen, auch in anderen Fällen dieser Art, die sich in der Praxis ja oft genug darbieten, die oben mitgetheilte Untersuchung zu wiederholen, da bei der minimalen Menge des zur mikroskopischen Untersuchung zu gewinnenden Materials nur durch Untersuchung einer gewissen Zahl von Fällen Irrthümer sicher auszuschliessen sind.

Auch für das Ausbleiben irgend nennenswerther entzündlicher Reaction bei Sitz des Fremdkörpers auf der Linsenkapsel kann ich eine neue Beobachtung beim menschlichen Auge als Belag anführen, die sich an eine früher von Landmann*) mitgetheilte aus der hiesigen Klinik anreiht und in vollkommenem Einklang mit den oben geschilderten experimentellen Ergebnissen steht.

Fall 5.

Simon Christians, 18 Jahre alt, giebt an, dass ihm vor ³/₄ Jahr beim Hämmern auf Eisen etwas ins Auge geflogen sei. — Leichte Röthung und Thränen des Auges verloren sich schon nach wenigen Tagen, so dass Patient auf eine etwaige Sehstörung nicht weiter achtete und erst vor 3 Monaten die inzwischen erfolgte Erblindung dieses Auges wahrnahm.

Kleine lineare Narbe in der Hornhautmitte. Iris grünlich verfärbt (die andere hellblau); Pupillarrand frei; Linse vollständig getrübt und etwas geschrumpft. Etwas oberhalb der Mitte der Pupille eine kleine Kapselnarbe, deren Ränder, wie auch der dahinter liegende Theil der Cataract, eine gelbliche Farbe darbieten, während die Randtheile mehr weisslich aussehen. Nach Atropinisirung sieht man dem unteren Theil der Linsenkapsel einen schmalen, senkrecht gerichteten Fremdkörper aufgelagert, dessen unterer Rand sich noch etwas hinter der Iris verbirgt, von brauner Farbe, am Rande mit einem gelblichen Streifen. Beide Augen leicht katarrhalisch injicirt, das verletzte nicht wesentlich mehr als das andere. Modificirte Linear-Extraction nach unten. Nach der Iris-Excision lässt

*) Dieses Archiv XXVIII. 2, S. 188, Fall 51.

sich der [illegible] spitzes [illegible] [illegible] leicht [illegible] Corticalis [illegible]

Heilung [illegible]

Der [illegible] Partikelchen [illegible] färbte [illegible] erscheint [illegible] erhaltene [illegible] beisammen [illegible] In der [illegible] zahlreiche [illegible] glänzenden [illegible] traumatischen [illegible] vorkommen.

Der Fremdkörper hatte in diesem Falle die Linsenkapsel im Centrum verletzt, war auf derselben liegen geblieben und schien sich erst nachträglich etwas gesenkt zu haben. Der Mangel einer hinteren Synechie spricht dafür, dass er schon anfangs nicht in direkte Berührung mit der Iris kam, von welcher er nun durch die Schrumpfung der Linse etwas entfernt gehalten wurde. Der Fall zeigt, dass auch bei Sitz eines Eisensplitters auf der Linsenkapsel, nicht nur im Inneren der Linse, ein ganz reizloser Zustand vorkommt. Er bestätigt zugleich die Richtigkeit meiner auf Thierversuchen beruhenden Angabe *), dass die orangegelbe Farbe der Linse bei Gegenwart von Eisensplittern von Eisenoxydhydrat herrührt.

Zu derselben Beobachtung wurde mir später noch in einem anderen Falle beim Menschen die Gelegenheit geboten.

Fall 6.

Es handelt sich um eine von mir durch einfachen Linearschnitt extrahirte traumatische Cataract, welche einen kleinen Eisensplitter von ca. 1 Mm. Durchmesser einschloss. Diejenigen

*) Th. Leber, Internat. med. Congr. Transact. Vol. III und Landmann, dieses Arch. XXVIII. 2, S. [illegible]

Theile der Cataract, welche den Fremdkörper zunächst umgaben, hatten eine auffallend bräunliche Farbe und zeigten wohl erhaltene, leicht körnig getrübte Linsenfasern; weiterhin verlor sich die Färbung allmälig. Die braun gefärbten Partien gaben eine höchst intensive blaue Färbung mit gelbem Blutlaugensalz und Salpetersäure, die übrige Substanz dieselbe Reaction, nur ziemlich schwach, auch da, wo keine deutliche gelbe Färbung mehr zu erkennen war. (Heilung normal mit gutem Sehvermögen.)

Meine Beobachtungen bestätigen also durchaus die bisher giltige Annahme, dass Fremdkörper aus oxydablen Metallen für sich allein entzündungserregend wirken können, zeigen aber zugleich, dass sie nicht unter allen Umständen entzündungserregend wirken müssen, indem die Wirkung nicht nur von der Art des Metalls, sondern auch von dem Sitz des Fremdkörpers sehr wesentlich abhängig ist.

Die Jequirity-Ophthalmie.

Entgegnung auf Prof. v. Hippel's Arbeit.

Von

L. de Wecker.

Im Interesse der Verbreitung der Jequiritybehandlung muss mir daran gelegen sein, dass sich irrthümliche Anschauungen, wie solche sich in der Mittheilung des Prof. v. Hippel vorfinden, nicht unangefochten verbreiten. Auch ich bin seiner Ansicht, „es würde für den Leser dieses Archivs ermüdend sein, wenn die umfangreichen Krankengeschichten selbst nur im Auszuge veröffentlicht würden," daher wird man es mir auch gestatten, von einer derartigen Demonstration abzustehen, dem ungeachtet mir aber den Ton der Bestimmtheit, mit welchem ich mich ausdrücken werde, verzeihen, da ich meine Anschauungen auf ein sehr bedeutendes Material stütze.*)

Jeder, der nur eine gewisse Reihe von Versuchen mit Jequirity angestellt, wird sich überzeugen können, dass die Behauptung, dass mit der Stärke der Infusion die Intensität der Wirkung zunimmt,

*) Im verflossenen Jahre wurden mehr denn 300 Patienten in meiner Klinik der Jequirity-Behandlung unterzogen. Es ist hierfür ein besonderer Assistent angestellt, welcher über jeden Fall ein Protokoll führt.

ein unumstössliches Factum ist und sich nicht auf „theoretisches Raisonnement" stützt. Die Controle, in welcher Proportion stärkere Infusionen stärkere Entzündungen hervorrufen, ist hier ja kaum zu liefern, denn wenn man ein Auge mit einer 1 procentigen, ein zweites mit einer 5 procentigen Infusion wäscht, wird man unter gleichen physiologischen Bedingungen unzweifelhaft das mit der stärkeren Infusion gewaschene Auge bedeutend stärker entzündet und mit bedeutend dickeren Schwarten überzogen finden; wie ist es aber möglich, zu bestimmen, ob im Grade der Entzündung die Proportion von 1 : 5 gewahrt worden? Gelangt man einmal zur Anwendung von 5procent. Infusionen, so werden die Entzündungserscheinungen schon so intensiv, dass es höchst schwierig ist anzugeben, inwiefern sie sich von mit 8procent. oder 10procent. Infusion erzeugten unterscheiden, es sei denn vielleicht durch die leichtere Zerstörbarkeit der Cornea bei wiederholter sich rasch folgender Anwendung.

Vollständig irrthümlich ist es aber, glauben machen zu wollen, als ob schwächere Infusionen stärkere Wirkungen hervorrufen könnten, und ist diese so leicht zurückzuweisende Ansicht um so staunenswerther in dem Munde eines Collegen, der an die chemische Wirkung des Mittels glaubt. Nichts überraschendes hat es aber, dass bei einer infectiösen Wirkung eine exact proportionelle Steigerung der Wirkung sich nicht streng an die Zunahme des Quantums des inficirenden Mittels hält, und man zu einem Grade der Sättigung gelangen kann, bei welchem ein Ueberladen mit inficirendem Stoffe mehr oder weniger indifferent wirkt. Das Dosiren von virulenten Substanzen kann doch nicht in irgend welchem Vergleiche ... chemisch wirkenden gestellt werden.

Ein vollständig irriger Schluss ist ferner der, dass ... hyperämischer und aufgelockerter die Schleimhaut ist,

um so intensiver reagirt sie." Hier muss man sich wirklich fragen, ob der geschätzte College hinreichend den Jequirity angewendet, um zu einem solchen Schlusse zu kommen, würde sich v. Hippel nicht geradezu selbst widerlegen, indem er kurz darauf sagt: „Von der Regel abweichend verhält sich dem Jequirity gegenüber jene Form von Trachom, welche mit mächtiger Schwellung des Papillarkörpers sich verbindet. Hier kommt es zwar zu stärkerer Lidschwellung und Injection als in den vorher besprochenen Fällen, aber die Lider bleiben weich und der verhältnissmässig dünne Belag, welcher sich nach der Pinselung bildet, stösst [illegible] schnell wieder ab, ohne dass sich die [illegible] glättet." Was will das mit klaren Worten anders [illegible] als: je mehr die Conjunctiva geschw[illegible] Zeichen der acuten oder chronischen [illegible] purulenta hervortreten, um so weniger [illegible] es, die specifische Ophthalmia [illegible] ihren croupös-diphtheroiden Exsudaten [illegible] zurufen, um so weniger wird man [illegible] deren Einwirkung rechnen können.

Man ruft um so sicherer und um [illegible] quirity-Ophthalmie hervor, je mehr die [illegible] normal physiologischem Zustande ist [illegible] norm injicirt und besonders je weniger [illegible] und abnormem Secrete überdeckt [illegible] allerheftigsten Entzündungen bei [illegible] welche der Jequiritybehandlung wegen alter Hornhautsclerose nach Keratitis parenchymatosa unterworfen wurden und eine vollständig normale Conjunctiva aufwiesen. Aehnliches beobachtet man bei Trachom, welches nur stellenweise die Conjunctiva des oberen Lides durchsetzt und leichten Pannus des oberen Hornhautdrittels hervorgerufen hat, wobei aber nur wenig Secretion und kein Thränen vorhanden sind. Je mehr sich dem trachomatösen

Processe Papillarschwellung mit Hyperämie und Secretionssteigerung sowie starkes Thränen hinzugesellt, um so weniger leicht erzeugt man die heilwirkende croupös-diphtheroide Jequirityophthalmie. Schliesslich, wie es auch v. Hippel beobachtet, erzielt man nur noch einen sehr dünnen schleimigen Belag auf der stark entzündlich geschwellten Conjunctiva, steigert zwar noch die Secretion und Lidschwellung, exacerbirt das präexistirende Leiden, ohne aber irgendwie die Charaktere der Jequirityophthalmie hervorzurufen. Tritt in solchen Fällen die Complication mit einem Hornhautleiden ein, so muss man solche nicht auf Rechnung einer Ophthalmie bringen, die man nicht erzeugt, sondern einfach auf die Steigerung des präexistirenden Leidens durch eine ungeeignete Reizung mittelst eines hier vollständig unpassenden Mittels.

Der Jequirity kann am Ende doch nur da wirksam sich zeigen, wo man seine Wirkung in Anwendung zu bringen im Stande ist; wo diese Wirkung mehr oder weniger vollständig fehlschlägt, d. h. bei der chronischen Ophthalmia purulenta und heftigem acuten Folliculacatarrh (der nur zu oft als acute Granulationen herhalten muss), kann man auch nicht auf eine Heilwirkung rechnen.

Bei dem sogenannten abgelaufenen Trachome, d. h. bei schon sehr mit Narben durchsetzten trockenen Granulationen erzielt man immer noch einen gewissen Grad von Ophthalmia jequiritica und das ganz besonders auf den noch ziemlich intact gebliebenen Theilen der Conjunctiva. Hier hat man aber auch trotz des relativ schwachen Grades der künstlich erzeugten Ophthalmie dennoch stets eine höchst überraschende Aufklärung der Hornhaut zu erwarten.

Man kann mir nicht vorwerfen, nicht gleich von Beginn darauf insistirt zu haben, dass es gerade die Fälle

sind, die man mit Inoculationen behandelt, die für den Jequirity die geeignetsten seien, dass es trockene Granulationen sein müssen (Trachom). Das hat aber nicht behindert, dass man gerade Fälle zum Experimentiren gewählt, die man sicherlich nicht mit Inoculation von blennorrhoischem Secret behandelt haben würde, d. h. Fälle mit acuten purulenten Exacerbationen, und ist es dann staunenswerth, wenn Collegen wie Deneffe, Osio, Vossius und von Hippel (in seinen beiden ersten Versuchen) vollständige Misserfolge aufzuweisen hatten?

Je mehr ich mit der Gebrauchsanwendung des Jequirity vertraut werde, um so evidenter stellt es sich heraus, dass man mit Jequirity Granulationen und Trachom heilt, dagegen falsche Granulationen, d. h. die Papillarhypertrophie der chronischen Ophthalmia purulenta eher verschlimmert als bessert. So klärt sich auch leicht die Verschiedenheit der Aussprüche der Autoren auf: die, welche reine und wahre Granulationen mit Jequirity behandelt, sind enthusiastisch für das neue Mittel und das mit Recht; die Collegen hingegen, welche falsche Granulationen oder gemischte Granulationen (mit acuter purulenter Exacerbation) der Jequiritybehandlung unterzogen, können nicht genug sich gegen das neue Mittel aussprechen und das nicht mit Unrecht, was die von ihnen behandelten Fälle anbetrifft *).

*) Gegen den Jequirity haben sich bis jetzt ausgesprochen: Deneffe (der nun 25 % seiner Fälle mit Jequirity heilt), Osio (welcher jetzt Anhänger der Jequiritybehandlung ist), Lainati und Nicolini, Vossius, Galezowski und Bordet (Gayet).

Für: Alcon, Bernard (Terson), Brailey, Brown, Businelli, Chiralt, Coppez, Dujardin, Fonseca (L. da), Foucher, Gillet de Grandmont, Goldzieher, Grüning, Grossmann, Magnus, Manfredi, Massa, Moura-Brasil, Moyne, Poggi, de la Penna, Ponti, Sattler, Seelings, Simi, Tachard, Terson, Warlomont, Wecker (s. These Le Jequirity. Son emploi en Ophthalmologie par L. A. Chauzeix. Médecin stagiaire au Val-de-Grace).

Es wird mir ferner vorgehalten, dass ich mich des Ausdruckes „rasch" bedient, was die Heilung der Granulationen mit Jequirity anbetrifft, und findet College von Hippel die Fälle, welche aus einer grossen Reihe von Beobachtungen von mir angeführt, sehr angreifbar. Wenn ich den Ausdruck „rasch" gebraucht, so ist es doch sicherlich nur zum Vergleiche der Behandlungsdauer mit der sonst gebräuchlichen Therapie gewesen. Was verlangt schliesslich der Patient? so schnell als möglich arbeitsfähig zu werden und sich nicht mehr um seine Augen bekümmern zu brauchen. Es kann demselben vollständig gleichgiltig sein, ob sich auf der Conjunctiva seines oberen Lides noch in voller und steter Rückbildung begriffene Granulationen befinden, sobald dieselben ihn in keiner Weise belästigen und keinerlei weitere Behandlung benöthigen. Ein solcher Patient (wenn er nicht recidivirt) *) sieht sich von diesem Moment mit Recht als geheilt an; fällt er freilich zufällig in die Hände eines kritisirenden Collegen, so wird man natürlich sagen können, „ja geheilt ist dieser Patient noch nicht, denn ich sehe immer noch nicht die Conjunctiva vollständig normal". Nöthigen Falls wird Patient dann in die Reihe der Nichterfolge aufgezeichnet.

Dies verhindert aber nicht, dass besagter Patient ohne irgend welche ärztliche Zwischenkunft ausheilt und nur wenige Tage oder Wochen für seine Behandlung geopfert hat, für welche man nach altgebräuchlicher Weise nicht Monate, sondern Jahre verlangte. Und hier spreche

*) Recidiven werden eintreten, sobald der Patient sich der Beobachtung zu frühzeitig entzieht und die Waschungen ungenügend waren. Man kann das 2. und 3. Mal die Ophthalmie wieder hervorrufen, sobald man nur einen Zwischenraum von mindestens 14 Tagen gelassen hat. Immunität tritt ein nach rasch sich folgenden Serien von Waschungen und meiner Erfahrung nach in der Regel nicht vor einer 3. Serie von Waschungen, was für die Behandlung genügend ist.

ich mit von Hippel von wirklichem Trachom, von inveterirten Granulationen, nicht von mehr oder weniger acuten purulenten Entzündungen, die man ja auch mit gut ausgeführten und geregelten Cauterisationen in einer. bei weitem kürzeren Zeit, verhältnissmässig rasch, zum Vergleiche mit wahren Granulationen und granulösem Pannus heilen kann. „Bei keinem Patienten, sagt von Hippel, sah ich vor Ablauf von 2 Monaten die Granulationen völlig sich zurückbilden, bei vielen vergingen darüber 3—4 Monate und mehr". Sicherlich wurden die Patienten nicht 2, noch weniger 3—4 Monate mit Jequirity behandelt, aber hätte selbst die vollständige Heilung diesen Zeitraum in Anspruch genommen, so würde man noch den Ausdruck einer raschen Heilung im Vergleiche zu dem, was uns die gewöhnliche Granulationsbehandlung gelehrt, nicht allzu unpassend gewählt finden.

Somit habe ich auch hier meine „These" nicht zu vertheidigen gehabt, indem ich, wie dies unser College angiebt, „dem Sinn meiner eigenen Worte Gewalt anthue, um die Form zu retten", was von meiner dritten Aufstellung behauptet wird. „Ohne allen Zweifel läuft die Cornea keinerlei Gefahr, während des Bestehens der Ophthalmia jequiritica." In der That existirt bei wirklichen Granulationen und Pannus (der auch nur ganz theilweise die Hornhaut überzieht) diese Gefahr in keinerlei Weise, nicht nur, wie mich v. Hippel sagen lassen will, „weil ich nie eine Perforation constatirt." Wovon handelt es sich bei der Aufstellung meiner dritten Behauptung? von den Gefahren, welche Granulöse bei Anwendung der Jequirityophthalmie in Bezug auf ihre Cornea laufen und was lehren Collegen von Hippel seine eigenen Erfahrungen: „Bei pannöser Trübung habe ich niemals irgend eine nachtheilige Wirkung des Mittels beobachtet, selbst dann nicht, wenn ich es trotz ziemlich ausgebreiteter Geschwüre in Anwendung zog. Die Vascularisation der

Cornea steigert sich vorübergehend sehr bedeutend, die Trübung des Gewebes nimmt Anfangs noch zu, bald kommt es aber zu einer allmählichen Rückbildung der Gefässe und Heilung der Substanzverlustes und zu einer erfreulichen Aufhellung des Gewebes."

Habe ich mit meinem dritten Axiom vielleicht etwas Anderes sagen wollen? ist es mir in den Sinn gekommen, behaupten zu wollen, die Ophthalmia jequiritica könne nie die Cornea in Gefahr bringen. Sicherlich wenn man purulente Ophthalmie mit Jequirity in ungeeigneter Weise steigert, kann man Hornhautcomplicationen hervorrufen, die vielleicht nicht eingetreten sein würden und sagt v. Hippel: „Ausnahmslos handelt es sich dabei um Fälle von Trachom, in welchen bis dahin die Cornea absolut intact gewesen war, man wird es also nicht abläugnen können, dass die Jequiritybehandlung unter Umständen dem Kranken direct schadet." Sicherlich werde ich der letzte sein, welcher vertraut wie ich mit der Sache bin, dies ableugnen würde, sie schadet unzweifelhaft in allen Fällen von Ophthalmia purulenta und da, wo man sehr starke Papillarwucherungen mit Granulationen verwechselt hat (Trachom, „bei welchem die Cornea absolut intact").

Ich behandle Hunderte von Patienten nicht allein wegen Granulationen, sondern wegen scrofulösem Pannus, torpiden Geschwüren und Hornhautinfiltraten, Sclerose der Cornea etc. mit Jequirity, muss also genau kennen gelernt haben, in wie weit die Jequirity-Ophthalmie gefahrbringend für die Cornea sein kann. Wie das auch v. Hippel angiebt, ist sie es durchaus nicht bei granulösem Pannus, sie ist es aber auch nicht bei intacter Cornea oder ulceröser Keratitis, so bald man nicht die künstliche Ophthalmie in unpassender Weise auf die Spitze treibt, dem setzt man sich aber aus, sobald man eine neue Waschung vornimmt, ehe man abgewartet, bis die Acme der durch die zuletzt gemachte Waschung hervorgerufenen Entzün-

dung eingetreten ist, also nach Waschungen mit 2—3% Infusionen nicht mindestens 24 Stunden verlaufen lässt, ehe man zu einer zweiten schreitet. Ich habe nie eine Complication nach einer einzigen Waschung gesehen, selbst wenn solche mit einer 5% Infusion vorgenommen und die heftigste Ophthalmie erzeugt hatte. Meine dritte Behauptung: „Ohne irgend welchen Zweifel läuft die Cornea keinerlei Gefahr während des Bestehens der Ophthalmia jequiritica", kann ich daher vollständig ohne irgend welche Restrictionen aufrecht erhalten, hätte aber vielleicht wohlgethan, hinzuzufügen „bei richtiger Anwendungsweise des Mittels."

Was die Ansichten unseres Collegen über die infectiöse Natur der Ophthalmia jequiritica anbetrifft, so werde ich nur in so weit mich hier auf eine Discussion einlassen, als die Frage uns klinisch interessirt, dem geschätzten Collegen Prof. Sattler überlasse ich den mikroskopischen und physiologisch experimentellen Theil.*)

Von dem Incubationsstadium behauptet v. Hippel, dass es nicht existire. „Ein solches beobachten wir bei der Jequirity-Ophthalmie nicht. Unmittelbar nach Anwendung des Mittels tritt bereits Injection der Conjunctiva ein, die nicht wieder verschwindet, sondern sich vielmehr nach 2—3 Stunden allmälig steigert, oft schliesst sich Chemosis, vermehrte Secretion, Auftreten von Belegen, Schwellung der Lider in unmittelbarer Weise an." Hier würde ich nun von neuem die Frage aufwerfen, „wie hat denn unser geehrter Kollege hier beobachtet?" fände ich nicht auch hier in einer verschiedenen Anwendungsweise die Erklärung. Die ausgiebigste Waschung mit frisch bereiteter 3% Infusion ruft nicht mehr Injection der Con-

---

*) Von Herrn Prof. Sattler ist uns für das nächste Heft des Archivs eine Entgegnung auf die Arbeit v. Hippel's angekündigt worden. Die Redaction.

junctiva hervor, als die mit destillirtem gut ausgekochtem Wasser, aber anders wird es sich verhalten, wenn man sich an v. Hippel's Vorschrift hält, der angiebt: „Ich benutze jetzt bei der Behandlung meiner trachomatösen Patienten ausschliesslich 2% Jequirityinfusion mit 1% Carbollösung." Hier ist es die Carbolsäure, die die Conjunctiva geröthet erhält, bis zum Ausbruche der ersten Zeichen der eintretenden Ophthalmie, d. h. während drei Stunden.

Nichts ist leichter zu beobachten, als das Incubationsstadium, wie es sich mit so grosser Präcision bei den Patienten zeigt, die eine normale Conjunctiva bei der ersten Waschung aufweisen. Unmittelbar nach der Waschung mit 3% Infusion zeigt sich weder Röthung der Conjunctiva, noch Thränen, noch Schmerz. Wie häufig habe ich Patienten die Klinik verlassen sehen mit skeptischem Lächeln, als ob sie zweifelten, dass irgend etwas Anderes mit dem Auge vorgenommen worden sei, als eine Waschung mit gewöhnlichem Wasser. Bei den Patienten, die man in der Anstalt aufgenommen, um genau den Ausbruch der Ophthalmie überwachen zu können, hat man bestimmt constatirt, dass erst nach 3 Stunden ein leicht brennendes Gefühl in dem gewaschenen Auge verspürt wird, das sich etwas röthet und zuweilen thränt. Die Schwellung der Lider tritt erst nach 6—8 Stunden und öfters noch später ein. Die meisten Patienten werden hier zwischen 4—5 Uhr Nachmittags gewaschen, sie nehmen alle um 7 Uhr am Mittagsmahl Theil, ohne über ihr Auge irgend eine Bemerkung zu machen, wenn man sie nicht direct ausfragt, meist wachen sie dann in der Nacht um 1 oder 2 Uhr auf, weil das Auge brennt, secernirt und die Lider anzuschwellen beginnen. Bei vielen zieht sich das Incubationsstadium noch länger hinaus und es vergehen 15—18 Stunden bis die deutlichen

Zeichen der Entzündung mit Lidschwellung und Belag eintreten. *)

Die Dauer des Incubationsstadiums wechselt bei identischer Conjunctiva und gleicher Concentration der Infusion, je nachdem der Patient schlaff oder dicht anschliessende Lider hat, die der Luft einen mehr oder weniger ausgiebigen Zutritt zur gewaschenen Conjunctiva der Uebergangsfalten gestatten.

---

*) Um möglichst constante Resultate zu erzielen und genaue Beobachtungen machen zu können, muss man nicht nur physiologisch mehr oder weniger identische Beobachtungsterrains wählen, sondern auch mit möglichst gleichem Medicamente experimentiren. Bei mir bereitet Dr. Menacho, welchem die Jequiritypatienten speciell anvertraut sind, die Infusion jeden Tag selbst. Die Körner werden durch leichtes Aufschlagen zwischen rauhen Eisen von ihrer unwirksamen Hülse befreit und einfach in einer Kaffeemühle fein gemahlen. Es genügt vollständig, die Infusion nur drei Stunden mit kaltem Wasser stehen zu lassen und gleich nach dem Filtriren zu dem Aufguss zu verwenden. Man beginnt um 1 Uhr die Infusion zu bereiten und um $4^1/_2$ Uhr werden die Patienten mit der ganz frischen Infusion gewaschen. Weshalb man bei dem so ausserordentlich billigen Preise des Jequirity Infusionen mit desinficirenden Substanzen bereiten, z. B. Carbolsäure zusetzen will, kann ich um so weniger begreifen, als man bei frischen Aufgüssen nie Ekzem der Lider zu beobachten hat, wie das bei v. Hippel mit seinen Infusionen der Fall war. Nichts ist leichter, als sich selbst mit Hülfe eines anstelligen Dieners rasch die frischen Infusionen zu bereiten, und will man nicht die Zeit mit dem Decorticiren verlieren, so setzt man einfach das Quantum Körner mehr zu, welches dem Gewichte der indifferenten Hülsen entspricht. Ich rathe allen Collegen, die sich mit dieser Frage beschäftigen wollen, sich selbst die Infusionen zu bereiten und sich, wie wir es jetzt thun, constant an eine 3procentige Infusion zu halten, mit welcher wir meistens eine, höchstens 2, sehr selten schon 3 Waschungen im Laufe von 1, 2 oder 3 Tagen vornehmen. Die 9maligen Waschungen mit sehr schwachen Infusionen (3 Mal während 3 Tagen) sind vollständig aufgegeben worden. Auch mache ich nur bei ganz narbiger Conjunctiva oder sehr ausgiebiger (amyloider) Degeneration der Conjunctiva Gebrauch von 5procentiger Infusion.

Ein ferneres Argument, welches v. Hippel gegen die infectiöse Natur der Ophthalmie anführt, ist die Schwierigkeit, sie von einem Auge auf das andere zu übertragen. „Handelte es sich bei der Jequirity-Ophthalmie um eine Infectionskrankheit", sagt unser College, „so wäre zu erwarten, dass sich ähnlich wie bei der Blennorrhoe die Entzündung durch Uebertragung von Secret oder von Stücken von croupöser Membran auf ein gesundes Auge hervorrufen liesse." In der That lässt sich nur mit sehr grosser Schwierigkeit die Inoculation derart hervorrufen, dies spricht aber, wie wir sehen werden, durchaus nicht gegen die infectiöse Natur besagter Ophthalmie, denn es lässt sich durchaus nicht „erwarten", dass sie sich wie eine Bindehautblennorrhoe verhalte und das aus folgenden Gründen.

Das inficirende Material, der Bacillus der Blennorrhoe, ist in dem eitrigen reichlich gelieferten Secrete in grosser Menge enthalten, findet sich hier einem sehr leicht übertragbaren Vehiculum, dem klebrigen, dickflüssigen Eiter beigemischt, breitet sich, wie man sich leicht überzeugen kann, mit grosser Leichtigkeit auf die Conjunctiva aus, die man einimpfen will — lässt sich, einmal übertragen, nur sehr schwierig herauswaschen. Dass die Uebertragung mit einem derartigen Secrete leicht ist, kann man in der That erwarten.

Wie verhält sich dagegen das inoculirbare Product der Ophthalmia jequiritica? Ein wirklich eitriges Secret wird hier ja selbst in den heftigsten Fällen nicht beobachtet. An den brettartig geschwellten Lidern findet man an der Lidspalte ein zähes, schleimiges, wenig reichliches Secret, welches sich etwas über das untere Lid hinüberzieht, sonst ist es ausschliesslich seröse Thränenflüssigkeit, die an der Wange fast beständig herabfliesst. Das wirkliche pathologische Product stellten die croupösen Membranen und die diphtheroide Infiltration der Conjunctiva der Lider und

des Bulbus dar. In diesen Producten findet man vorzugsweise den Bacillus vor, aber wenn es gelingt, am zweiten oder dritten Tag die Membranen ohne zu grossen Schmerz abzulösen, dann befinden sich diese Microorganismen wahrscheinlich schon in einem Zustande, welcher ihre Uebertragbarkeit wesentlich erschwert.

Ich habe Prof. Cornil gebeten, seine Aufmerksamkeit auf das Verhalten des Bacillus Jequirity in den Membranen zu richten und habe folgende briefliche Mittheilung von unserem geschätzten Collegen und Freunde erhalten:

„On peut faire beaucoup de coupes de fausses membranes sans trouver un seul bacille du Jequirity. Cependant sur les coupes colorées avec la fuchsine ou le violet de méthyl B j'avais vu quelquefois des grains colorés provenant probablement du Jequirity, mais non caractéristiques.

Dans un des derniers examens que j'ai fait, j'ai trouvé des bacilles disposés d'une façon toute spéciale. Ils etaient situés en petit amas, entourés de globules blancs, au milieu des couches de fibrine superficielles de la membrane. Il y avait un certain nombre de ces petits îlots bien limités, aussi nets que le petit dessin si-dessus."

„J'explique la difficulté qu'on a de trouver les bacilles dans la fausse membrane, par ce fait que la première couche de fibrine deposée sur la conjonctive peut bien englober les bacilles qui s'y trouvent; mais les couches formées incessamment en repoussant la première ne rencontrant plus de bacilles libres n'en contiennent plus. On ne peut donc voir les micro-organismes que dans les couches superficielles de la fausse membrane, les autres bacteries doivent être entrainés par le liquide qui s'écoule."

„Plus les fausses membranes sont epaisses et anciennes moins on aura de la chance d'y trouver des bacilles. Mais les bacteries ayant disparu, l'inflammation de la conjonctive n'en continue pas moins pendant un certain temps.

J'ai fait, sur des chiens et des lapins des ophthalmies jequiritynes. On trouve surtout des spores dans les liquides ou même rien qui se rapporte aux bacteries, dix a quinze heures après le badigeonnage de la conjonctive. Cependant l'ophthalmie n'en continue pas moins. Il est possible qu'un principe chimique, une diastase, determinée par les bacilles, continue son action, mais cela n'est pas prouvé."

„L'oedème phlegmoneux qu'on determine en injectant du jequirity dans le tissu cellulaire sous-cutané offre des phénomenes analogues: il y a beaucoup de bacilles dans cet oedème pendant les premieres 24 heures, moins dans le deuxième jour et il n'y en a plus ensuite, bien que le phlegmon et les suites persistent pendant huit jours et même beaucoup plus, s'il y a eu des abcès caséeux ou de la gangrène. Dans ces phlegmons les bacilles s'éliminent d'une part par les follicules pileux, d'autre part en suivant le cours de la lymphe — alors ils sortent par les urines, les matières intestinales — on bien ils sont détruits dans les tissus."

„Tous ces faits montrent bien qu'après l'action rapide et énergique des bacilles du Jequirity, ceux-ci sont éliminés longtemps avant que l'inflammation dont ils sont la cause ait disparu."

Hieraus geht klar hervor, dass im Momente, wo man meist die Impfversuche anzustellen versucht, das inoculirbare Element aus dem Impfmaterial schon verschwunden ist. Aber abgesehen hiervon, kann man die Membranen sowie den schlüpfrigen Schleim, welcher die Lidspalte bedeckt, kaum in dem Conjunctivalsacke, den man einimpfen will, zurückhalten und muss hier zu dem Druckverbande seine Zuflucht nehmen, um die Impfproducte zurück zu halten; ich werde gleich darauf zurückkommen, welche Wirkung hier der Druckverband ausübt. Nicht im allerentferntesten lässt sich also ein Vergleich mit dem Ein-

impfen einer Blennorrhoe und dem der Jequirity-Ophthalmie aufstellen.

Zum Erzeugen dieser sind zwei Bedingungen nöthig, frische Jequirity-Infusion und Luft und wenn man am Auge mit Leichtigkeit einen luftdichten Verschluss anbringen könnte, so bin ich überzeugt, dass man ohne die specifische Ophthalmie hervorzurufen, mit Jequirity-Infusion noch so ausgiebig waschen könnte. Die Versuche, welche wir mit gut abschliessenden Watteverbänden und Collodium anstellten, zeigen selbst ungeachtet der sehr grossen Schwierigkeiten, die man bei ihrem Anlegen antrifft, dass man durch ihren Gebrauch das Incubationsstadium mehr oder weniger hinausziehen kann.

Auf meine Veranlassung hat einer meiner Assistenten, Dr. Menacho auf der Abtheilung des Herrn Martinau im Lourcine Spital, welcher so gütig war, eine Reihe von Patientinnen zu meiner Disposition zu stellen, Versuche mit Jequirity auf der Vaginalschleimhaut angestellt. Bekanntlich haben die in der Ophthalmologie angewendeten chemischen und caustischen Mittel so zu sagen eine identische Wirkung auf Conjunctiva und Vaginalschleimhaut, die Verschiedenheit, welche man hier antrifft, erklärt sich leicht durch die verschiedene anatomische Structur und die verschiedene Anwendungsweise. Aber nicht nur chemische Substanzen, wie Argentum nitr., Blei, Kupfer, Zink, Sublimat verhalten sich hier identisch, sondern auch das blennorrhoische Secret.

Ganz anders verhält es sich aber hier mit der Jequirity-Infusion, hier kann man 10 % Infusionen, ja selbst 20 % Vaselinmischungen anwenden, ohne eine irgend erhebliche Wirkung zu erzeugen. Es handelte sich nun hier zwar vorzugsweise um mit Blennorrhoe behaftete oder an chronisch granulöser Vaginitis leidende Frauen und es entspricht dieser Zustand bekanntlich der Papillarwucherung der chronischen Ophthalmia purulenta. Deshalb war auch aus oben an-

persönliche Beleidigung empfindet." Erst wenn die Jequiritybehandlung die ihr gebührende Anerkennung gefunden haben und zu keinerlei persönlichen Streitfragen mehr Anlass geben wird, erst dann wird man ein gerechtes Urtheil fällen können, in wie weit ich gut oder schlecht beobachtet, in wie weit ich gut oder schlecht das neue Heilverfahren patronirt habe. Dieses Urtheil warte ich ruhig ab.

Was aber meine „Gereiztheit" anbetrifft, so möchte ich gerne den Satz ins Gedächtniss zurückrufen, mit welchem ich meine letzte mit Sattler veröffentlichte Arbeit schliesse: „Je me permettrai de remercier les confrères, dont les noms suivent (indifféremment quel qu'ait été le resultat de leurs recherches) de l'empressement qu'ils ont mis à s'occuper de ce sujet et de l'hommage qu'ils nous ont ainsi plus ou moins directement rendu, en considérant eux aussi cette question de thérapeutique comme digne de leur attention." Diese Dankesbezeugung wurde an alle Autoren, die über Jequirity geschrieben, gerichtet, sie ist es jetzt auch ganz insbesondere an unseren verehrten Collegen Prof. v. Hippel.

---

höchst überraschende und erfreuliche Erfolge erziele, wie er sie nach keiner andern Therapie bisher noch gesehen habe." Auf eine solche „Basis" sich stützend, hätte man voraussetzen sollen, dass v. Hippel eher meinen Enthusiasmus theilen, als ihn mir vorwerfen würde.

Paris, Januar 1884.

Einige Bemerkungen zur Histologie des Trachoms.

Von

Prof. Dr. P. Baumgarten
in Königsberg i. Pr.

Die jüngst erschienene, verdienstliche Abhandlung Rählmann's *) über Conjunctivitis trachomatosa veranlasst mich zu einigen sachlichen Bemerkungen in Betreff derjenigen Punkte, in welchen der Autor auf Grund seiner Untersuchungen mit einschlägigen Beobachtungen von mir in Widerspruch getreten ist.

Der erste Punkt bezieht sich auf meine Angaben von dem Vorhandensein lymphfollikelartiger Heerde in der normalen menschlichen Conjunctiva. Rählmann stellt seinen eigenen Beobachtungen zufolge ein solches Vorhandensein entschieden in Abrede und ist der Meinung, dass ich auf meinen bez. Präparaten möglicherweise Abschnitte von Adenoidgewebe, welche, den Stellen besonders tiefgreifender grubiger Einsenkungen der Oberfläche entsprechend, auf in's submucöse Bindegewebe gerathenen Flachschnitten als umschriebene Haufen von Lymphoidgewebe sich darstellen müssten, mit Lymphfollikeln verwechselt habe. Ich habe auf diesen Einwand zunächst zu bemerken, dass es auffallend erscheinen muss, dass Rählmann einen Irrthum,

---

*) Dieses Archiv Bd. XXIX, Abth. 2.

den er selbst mit grosser Leichtigkeit vermieden und der in der That als ein ganz elementarer bezeichnet werden müsste, ohne Weiteres einem anderen Untersucher aufbürdet, dem er einige Seiten später sogar die Ehre anthut, ihn den „bewährten Forschern" zuzurechnen. Abgesehen hiervon kann ich diesem Einwand gegenüber darauf hinweisen, dass mein, die lymphfollikelartigen Heerde demonstrirender Schnitt, wie Figur und zugehöriger Text lehren, nirgends innerhalb der Submucosa, sondern durchweg innerhalb der adenoiden Mucosa verläuft und dass ferner an der Schleimhautstelle, von der er stammt, keinerlei „Furchen" oder „Gruben", sondern ausschliesslich echte tubulöse Drüsen vorhanden waren, die von Rählmann supponirte irrthümliche Deutung im vorliegenden Falle also positiv ausgeschlossen ist. — An einer späteren Stelle seiner Abhandlung sagt Rählmann, auf die Follikelfrage zurückkommend, dass, wenn Horner, Baumgarten etc. Follikel in normaler Conjunctiva gesehen zu haben angeben, sie den Beweis schuldig geblieben seien, dass es sich nicht um vereinzelte pathologische Bildungen in sonst normaler Schleimhaut, oder um Residuen abgelaufenen resp. geheilten Trachom's gehandelt habe. Auf diesen Einwurf Rählmann's ist Folgendes geltend zu machen. Wenn in einem sonst alle Zeichen der Gesundheit darbietenden Organ sich Bildungen finden, welche an sich nichts weniger als krankhafte Erscheinungen sind, sondern in ganz gleicher Form in allen übrigen, histologisch analog gebauten, Organen vorkommen, und daselbst allgemein als physiologische Bestandtheile derselben anerkannt sind, so haben, meines Erachtens, nicht diejenigen, welche den physiologischen Charakter des in Rede stehenden Befundes annehmen, zu beweisen, dass er physiologisch ist, sondern im Gegentheil diejenigen, welche die physiologische Natur dieses Befundes bestreiten, zu erhärten, dass er pathologisch ist. Nun glaubt

allerdings Rählmann den pathologischen Charakter der menschlichen Conjunctivalfollikel ganz allgemein dadurch begründet zu haben, dass es ihm, eben so wenig wie anderen sorgfältigen Untersuchern, gelungen ist, Follikel in der normalen menschlischen Bindehaut aufzufinden. Diesen negativen Ergebnissen stehen aber, wie bekannt, eine grosse Zahl positiver Beobachtungen von Seiten gleichfalls sehr gewissenhafter und competenter Forscher, — ich nenne hier nur W. Krause, Henle, Kölliker und Horner — gegenüber, positive Beobachtungen, welche ich, wie gesagt, leicht bestätigen konnte, so dass also im besten Falle aus den negativen Resultaten Rählmann's u. A. der Schluss gezogen werden könnte, dass die Follikel in normaler, menschlicher Conjunctiva keine constanten Formerscheinungen darstellen. Ist aber die mangelnde Constanz einer Bildung Grund genug, sie als pathologisch zu betrachten? Fast scheint es so, als ob Rählmann dieser Ansicht huldige: er rechnet nicht nur die menschlichen, sondern auch die, gegenwärtig fast allgemein als physiologische Formationen anerkannten, Follikel in der Conjunctiva der Thiere zu den pathologischen Produkten und zwar deshalb, „weil sie sich erstens bei neugebornen Thieren überhaupt nicht finden, weil sie zweitens bei ausgewachsenen Thieren derselben Species nicht ausnahmslos vorkommen, und, wo sie vorhanden sind, man sie bei verschiedenen Exemplaren in verschiedener Zahl und in verschiedenem Grade der Ausbildung antrifft und weil drittens, wenn sie zahlreich sich finden, daneben charakteristische Zeichen der Entzündung des Gewebes vorhanden sind." Alle diese Gründe können, meiner Meinung nach, nicht als stichhaltige angesehen werden. Was den ersten Punkt anlangt, so müsste Rählmann consequenterweise auch das gesammte Adenoidgewebe der Conjunctiva, welches bekanntlich ebenfalls bei neugeborenen Individuen nicht vorhanden ist, zu den pathologischen Produkten rechnen,

was er doch selbst nicht zu thun gesonnen ist; das zweitgenannte Moment trifft aber, wie wohl nicht exemplificirt zu werden braucht, auch noch für mancherlei andere vollkommen physiologische Formbestandtheile des thierischen Körpers zu, insbesonderere entspricht es in vollem Umfange den Verhältnissen, wie wir sie bei den Follikeln der Darmwand beobachteten, ohne dass diese Gebilde deshalb irgend Jemand, Rählmann nicht ausgeschlossen, als pathologische Erscheinungen ansieht; aus dem an dritter Stelle erwähnten Umstand aber würde sich höchstens der Schluss ableiten lassen, dass unter pathologischen Verhältnissen eine Vermehrung der Follikel stattfindet, nicht aber der, dass auch die in der nicht pathologisch veränderten Thierconjunctiva vorhandenen Follikelbildungen pathologische Erscheinungen seien.

Nach Alledem erscheint Rählmann's Anschauung von der pathologischen Natur der conjunctivalen Lymphfollikel nicht genügend fest begründet, um der Ansicht derjenigen, welche sie, wie ich, auf Grund ihres wohlconstatirten Vorkommens in ganz gesunden Schleimhäuten als physiologische Gebilde ansprechen, den Boden zu entziehen.

Im Anschluss und in Ergänzung dieser Ablehnung der Rählmann'schen Kritik meiner die Follikel der menschlichen Conjunctiva betreffenden Beobachtungen, kann nicht umgangen werden, noch darauf hinzuweisen, dass Rählmann's Anschauung, welche die Präexistenz follicülärer Gebilde in der normalen menschlichen Bindehaut vollständig längnet, gleichwohl aber eine „Conjunctivitis follicularis" als einen histologisch wohl zu legitimirenden Entzündungsprocess anerkennt und vertheidigt, sich im Widerspruch befindet mit einem altbewährten Erfahrungssatze der pathologischen Histologie, wonach echte folliculäre Entzündungen ausschliesslich vorkommen an solchen Organen, welche schon physiologisch mit Follikeln aus-

gestattet sind. Wenn Rählmann behufs Widerlegung dieses, schon von Jacobson jun.*) geltend gemachten, Erfahrungssatzes in erster Linie auf die Angaben von Böttcher Bezug nimmt, welcher seiner Zeit die Follikel in den sogenannten Zungenbalgdrüsen, im Gegensatz zu ihrem Entdecker Kölliker, der sie als physiologische Apparate der Zungenschleimhaut beschrieben hatte, als pathologische, in Folge entzündlicher Processe entstandene Produkte auffasste, so ist dieses Beispiel nicht als ein glücklich gewähltes zu bezeichnen, weil, soviel ich sehen kann, gegenwärtig diese Streitfrage ganz allgemein zu Gunsten Kölliker's entschieden ist.**) Alle übrigen Beispiele, die Rählmann zur Stütze seiner Ansicht von dem Vorkommen einer entzündlichen Neubildung von Follikeln anführt, beziehen sich auf Organe, die schon normaliter unbestritten mit Follikeln versehen sind; sie bestätigen also den obigen Erfahrungssatz nur, anstatt ihn zu widerlegen. Allerdings wird man Rählmann hierbei darin Recht geben müssen, dass, wenn einmal in follikelhaltigen cytogenen Geweben eine Neuentstehung von Follikeln bei entzündlichen Processen dieser Gewebe

*) Ueber Epithelwucherung und Follikelbildung in der Conjunctiva. Dieses Archiv XXV.

**) Virchow bezeichnet (Onkol. II. S. 585) Böttcher's obige Auffassung ganz strikt als eine „irrthümliche", und noch allerneuestens hat Kölliker in der interessanten Discussion mit Stöhr über die Bedeutung der folliculären Apparate überhaupt (vergleiche Stöhr, Würzburger phys.-med. Gesellschaft, 9. Mai 1883: Ueber die Bedeutung der peripheren Lymphdrüsen) grade die Follikel des Zungengrundes unter den Beispielen der ganz constant vorkommenden Follicularbildungen des menschlichen Körpers aufgeführt. Vergl. auch Ostmann: Neue Beiträge zu den Untersuchungen über die Balgdrüsen der Zungenwurzel (Aus dem pathol. Institut in Berlin, Virchow's Archiv Bd. 92, Heft 1), ferner die modernen Handbücher der Anatomie. Auch ist es für Jeden ein Leichtes, sich durch eigne Untersuchung von der Präexistenz folliculärer Gebilde in der Schleimhaut ganz normaler Zungen zu überzeugen.

sicher bewiesen ist, eine solche Neuproduktion a priori auch denkbar wäre, in einem follikellosen cytogenen Gewebe, wie nach Rählmann die Conjunctiva palpebrarum im Normalzustand eben eines darstellt. Aber sehen wir uns die bezüglichen „Beweise" etwas näher an, so erscheinen sie nichts weniger als zuverlässig. Wenn Rählmann in dieser Hinsicht erstens die „Vermehrung" der Darmfollikel bei verschiedenen entzündlichen Processen der Darmschleimhaut anführt, so ist mir nicht bekannt, dass von den pathologischen Anatomen eine solche Vermehrung angenommen wird; soviel ich weiss, fassen sie alle die bei der Enteritis follicularis auftretenden Folliculargebilde als die geschwellten präexistirenden Darmfollikel auf. Was ferner die citirten Aeusserungen von Klebs und Rindfleisch in Betreff einer entzündlichen Neubildung von Follikeln in der Magenwand betrifft, so handelt es sich hier nur um, noch dazu sehr vorsichtig gehaltene, Vermuthungen der genannten Forscher, nicht aber um bewiesene Beobachtungen derselben.*) Der weiterhin herangezogene Ausspruch Saalfeld's „dass die Befunde bei der Pharyngitis granulosa ohne die Annahme einer Follikelneubildung schwer verständlich seien, kann ebenfalls nicht als eine objektive Beweisführung angesehen werden, da die Befunde Saalfeld's (und die analogen anderer Untersucher) ganz gut auch ohne die Annahme einer wirklichen Follikelneubildung verständlich sind, wenn man berücksichtigt, dass in Folge der entzündlichen Schwellung und Hyperplasie des Gewebes auch eine Schwellung und Hyperplasie der in dem betreffenden Gewebe vorhandenen Follikel eintreten muss, wodurch nun auch solche Follikel deutlich hervortreten können, welche sich im Normalzustand, weil sie klein und relativ wenig mit Zellen erfüllt

*) Der neueste competente Untersucher der menschlichen Magenwand (C. Kupffer, Epithel u. Drüsen d. m. Magens, München 1883) erklärt die Magenfollikel für constante Gebilde.

waren, der Wahrnehmung sowohl makro- als mikroskopisch entzogen.*) Was aber schliesslich die von Rählmann angeführten Beobachtungen E. Wagner's über Vermehrung der Follikel in hypertrophischen Tonsillen anlangt, so ist dieses

*) Es ist ja ohne Weiteres klar, dass das Erkennen folliculärer Bildungen innerhalb cytogener Organe mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein kann. Ist die Zahl der in dem Follikelgerüste aufgespeicherten Lymphzellen nicht viel zahlreicher als in der umgebenden diffusen Reticularsubstanz, so dürften sich die Follikel ohne besondere histologische Präparationsmethoden kaum deutlich als besondere Körper abgrenzen lassen. Denn die sog. Hülle des Follikels, welche, sei es nun, dass sie aus einer geschlossenen bindegewebigen Membran, oder nur aus einer Schicht verdichteten, engmaschigeren Reticulargewebes bestehe, zusammen mit den übrigen Bestandtheilen des follicularen „Maschenwerkes" es in erster Linie ist, die den Follikel als besondere Einrichtung innerhalb der ihn umgebenden diffusen cytogenen Struktur charakterisirt, ferner die eigenthümliche Anordnung seines Gefässapparates, die Lagebeziehungen des Follikels zu Lymphbahnen und Venenwurzeln — alle diese Kriterien sind wohl nur an sorgfältig ausgepinselten und gut injicirten Präparaten sicher zu constatiren. Bleibt daher nur die prallere Erfüllung der Reticulumlücken mit Lymphkörperchen, wodurch auf den gewöhnlichen Schnittpräparaten die Follikel als Sondergebilde sich von ihrer Umgebung abgrenzen. Dass nun schon unter physiologischen Verhältnissen der Zellengehalt des Follikels in nicht unerheblichen Grenzen schwankt, werden wir wohl annehmen und hierauf die schon in der Norm sich geltend machenden Schwankungen in der Zahl der „deutlich sichtbaren" Follikel zum Theil zurückführen dürfen. Unzweifelhaft aber müssen Entzündungen die Zahl der zelligen Elemente im Follikel steigern, und je intensiver der Entzündungsprocess ist, je mehr er insbesondere sich in den follicularen Gefässprovinzen concentrirt, desto mehr müssen die Follikel hervortreten, desto leichter wird also auch der Anschein einer Vermehrung dieser Gebilde entstehen können. Präexistirten jedoch an Stelle der anscheinend „neugebildeten" Follikel nicht die wesentlichen anatomischen Grundlagen der Follikelbildung, die specifischen Follikelgehäuse, so wäre nicht wohl denkbar und sicherlich ohne jedwede Analogie, dass ein „Catarrh" oder ein sonstiger einfacher diffuser Entzündungsprocess zur Entstehung derartig scharf umschriebener zelliger Knötchen, wie sie die Follikel der folliculären Entzündungen darstellen, Anlass geben könnte.

Beispiel deswegen nicht im Sinne der Rählmann'schen Argumentation beweiskräftig, weil es sich bei diesen „Tonsillarhypertrophien" durchaus nicht um einfache entzündliche Vorgänge, sondern um aus unbekannten Ursachen auftretende, häufig ohne jede begleitende Entzündung sich entwickelnde geschwulstartige Hyperplasien der Tonsillen (analog den nicht entzündlichen hyperplastischen Lymphomen der Lymphdrüsen) handelt; dass unter solchen Verhältnissen, wo eine Neubildung der gesammten specifischen Parenchymsubstanz erfolgt, auch eine Neubildung von integrirenden Bestandtheilen dieser Parenchymsubstanz, den Follikeln, stattfindet, kann nicht Wunder nehmen, versteht sich vielmehr fast von selbst. An und für sich ist ja niemals weder die homöoplastische, noch die heteroplastische (heterotope) Entwicklung von lymphadenoider Substanz und von Lymphfollikeln geläugnet worden*), es ist immer nur die Rede davon gewesen, es als fraglich und unerwiesen hinzustellen, dass eine Neubildung von lymphatischen Folliken als unmittelbares Resultat einfacher entzündlicher Processe, insbesondere innerhalb solcher Organe, welche in der Norm keine folliculären Apparate enthalten, Statt habe.**) Wie sich aus Voranstehendem ergiebt, haben die Ausführungen Rählmann's an diesem Standpunkt nichts zu ändern vermocht: weder ist es ihm gelungen, ein sicheres Zeugniss für die entzündliche Neubildung von Follikeln in follikelhaltigen Ge-

---

*) Nach neueren Untersuchungen, besonders Jul. Arnold's, ist es allerdings nahe gelegt, auch viele der anscheinend heterotopen Follikelbildungen, z. B. die von Rählmann ebenfalls zur Stütze seiner Anschauung herangezogenen Follikelneubildungen in der Leber bei Typhus und Leukämie „als Produkte der Hyperplasie der normalen lymphatischen Knötchen dieses Organs zu betrachten." (Vergl. Julius Arnold, Virchow's Archiv Bd. 82, S. 396.)

**) Vergl. Jacobson jun. l. c. S. 37/38 u. S. 43 des Separat-Abdruckes.

weben zu erbringen, noch ist er vollends in der Lage gewesen, das Vorkommen einer folliculären Entzündung innerhalb eines follikelfreien Organs durch ein sicher beglaubigtes Beispiel zu erhärten. Sollen demnach die Erkrankungen der Conjunctiva nicht eine Ausnahmestellung in der gesammten pathologischen Histologie einnehmen, so würde das, wie erwähnt, grade von Rählmann mit grosser Bestimmtheit befürwortete Vorkommen einer Conjunctivitis follicularis in der That — trotz Rählmann's Widerspruch — einen wichtigen indirecten Beweis für die Präexistenz folliculärer Gebilde in der normalen Lidbindehaut involviren. Freilich lässt sich die Frage aufwerfen, ob es wirklich eine echte folliculäre Conjunctivitis giebt, d. h. ob die bei gewissen Entzündungen der Bindehaut auftretenden follikelähnlichen Knötchen thatsächlich den Charakter und die Bedeutung echter Lymphfollikel besitzen? Für den eigentlichen Follicularcatarrh der Conjunctiva (Conjunctivitis follicularis im Sinne von Sämisch) muss ich die Frage unbedingt bejahen, weil, wie bereits bemerkt*), die Neuproduktion zelliger Knötchen vom Baue der Lymphfollikel gänzlich ausserhalb des Bereiches der histologischen Leistungsfähigkeit eines „Catarrhs" oder einer sonstigen leichten, ohne bleibende Texturstörungen vorübergehenden Entzündung liegen würde, die lymphatischen Knötchen des „Follicularcatarrhs" der Conjunktiva also gar nichts Anderes sein können, als geschwellte präexistirende Lymphfollikel. Anders steht aber meiner Meinung nach die Sache bei dem sogenannten folliculären Trachom, welches von vielen competenten Autoren, im Gegensatz zu Rählmann, durchaus nicht als echte, folliculäre Conjunctivitis, sondern als ein mit der Entwicklung eigenartiger kleiner Granulationsgeschwülstchen (analog den miliaren Heerden der Tuber-

*) Vergl. die Anmerkung S. 283.

kulose, Lues, Lepra u. s. w.), einhergehender Entzündungsprocess aufgefasst wird.*) Existirten in der normalen Conjunctiva keine präformirten follikelähnlichen Bildungen, gäbe es keinen Follicularcatarrh der Conjunctiva, so würde ich mich unbedenklich dieser letzteren Auffassung anschliessen: da aber eben beides, meiner Meinung nach, der Fall ist, so halte auch ich, von meinem Standpunkt aus, es für das Nächstliegende, den follikelartigen Gebilden, die man in trachomatös erkrankten Bindehäuten findet, den Werth hyperplastischer**) Lymphfollikel beizumessen. Keinenfalls kann ich jedoch, wie ich hierbei nicht unterlassen darf, zu betonen, Rählmann's Anschauung soweit theilen, dass ich mit ihm das Trachom schlechtweg als Conjunctivitis follicularis definiren möchte, da ich aus reicher eigener Erfahrung (die ich theils den von mir selbst ausgeführten Untersuchungen, theils dem eingehenden Studium der zahllosen, unter meinen Augen entstandenen, resp. mir zur Durchsicht überlassenen Präparate von Jacobson jun. und Heisrath verdanke) weiss, dass in vielen Fällen typischen Trachoms — (als solche klinisch diagnosticirt von Jacobson sen. und Heisrath) — die Follicularhyperplasie ganz zurücktritt gegenüber den mächtigen hyperplasirenden und granulirenden Wucherungen der vielgestaltigen, sogenannten papillaren, Vorsprünge des Conjunctivalstromas, die dabei makroskopisch dasselbe Bild des Trachomkorns erzeugen oder wenigstens erzeugen können, wie die hyperplastischen Fol-

---

*) Vergl. Leber: Die Entstehung der Amploidentartung, Bd. XXV, S. 66—67 des Separat-Abdruckes.

**) Die von Jacobson jun. (l. c.) treffend geschilderten, von Rählmann bestätigten Differenzen zwischen normalen Lymphfollikeln und follikelartigen Trachomkörnern gehen, wie ich mich vielfach überzeugt habe, vollkommen auf in denjenigen Texturveränderungen, welche die entzündliche Hyperplasie auch an den Folliculargebilden anderer Localitäten hervorbringt.

likel.*) Zu den hyperplastischen papillaren Formationen rechne ich, beiläufig bemerkt, auch Sämisch's „Granulationen", die, hyperplasirenden Wucherungen der seichten Niveauerhebungen der Uebergangsfalte entsprechend, einen nicht zu leugnenden legitimen Antheil an den histologischen Erscheinungsformen der „Trachomkörner" besitzen. Andererseits erscheint es mir fraglich, ob jedwede Conjunctivitis follicularis, z. B. manche schnell vorübergehende Follicularcatarrhe, ferner die durch Atropingebrauch erzeugte Follicularentzündung der Conjunctiva als echt trachomatöse Erkrankungen aufgefasst werden können. Dass in letzterer Hinsicht einzig und allein die ätiologische Forschung, wie sie durch die dankenswerthen Untersuchungen Sattler's angebahnt ist, die richtige Antwort wird zu geben vermögen, darauf hat bereits Horner in seiner bekannten, lichtvollen Darstellung (in Gerhardt's Handbuch der Kinderkrankheiten) hingewiesen.

Ich komme nun zu dem zweiten Punkt, in welchem Rählmann seine mangelnde Uebereinstimmung mit meinen Beobachtungen urgirt hat, nämlich zu der Frage nach den tubulösen Drüsen der Conjunctiva. Während ich auf Grund

---

*) Was ja an sich nichts Befremdendes hat, da es sich in beiden Fällen um annähernd gleichgrosse, mit convexer Oberfläche vorspringende Prominenzen eines und desselben histiologischen Substrates, nämlich hyperplastischen und entzündlich wuchernden Lymphoidgewebes handelt. Die makroscopischen Unterschiede zwischen diesen hyperplastischen und granulirenden Papillen des Trachoms und der entzündlichen Papillarhypertrophie bei chronischer Blennorrhoe hat noch neuestens Jacobson sen. in treffendster Weise geschildert (Berl. klin. Wochenschrift 1883, No. 22). Mikroskopisch beruhen diese Unterschiede vorzugsweise auf den unverhältnissmässig mächtigeren, die ursprünglichen Gefässe comprimirenden, parenchymatösen Zellwucherungen, welche den trachomatösen Process gegenüber der chronischen Blennorrhoe, deren zellige Producte hauptsächlich auf die freie Oberfläche abgesetzt werden, charakterisiren.

einer umfassenden Specialuntersuchung*) Stieda's Rinnensystem zwar bestätigt, neben diesen Rinnen aber das Vorkommen ganzer Gruppen echter tubulöser Drüsen als regelmässigen Befund in der normalen menschlichen Lidbindehaut constatirt habe, leugnet Rählmann die letztgenannten Gebilde nach seinen Beobachtungen gänzlich und concedirt nur „end- und seitenständige blindsackförmige Ausstülpungen des Furchensystems", welche ebenso wenig und ebenso sehr wie die Furchen selbst, „deren vollständige Analoga sie vorstellen", als Drüsen bezeichnet werden könnten. Dass zwischen den Componenten des Stieda'schen Furchennetzes und den echten tubulösen Drüsen der Conjunctiva ein principieller Unterschied nicht wohl zu machen sei, das habe ich selbst in der obengenannten Untersuchung ausführlich zu begründen gesucht. Dass aber zwischen beiden in Rede stehenden Bildungen auch kein Unterschied der Form existire, das wird man so lange bestreiten können, als „Rinnen" und „Schläuche" für verschiedene Dinge angesehen werden. Wenn Rählmann angiebt, dass er zu keiner Zeit und an keiner Stelle freien, d. h. nicht in Stieda's Furchennetz einmündenden, schlauchförmigen Epitheleinsenkungen begegnet sei, so kann ich das im Interesse der Sache nur bedauern und hoffen, dass weitere Untersuchungen Rählmann zum Ziele führen werden. Wenn aber Rählmann die Beweiskraft meiner, die Existenz ganzer Schaaren solcher freien tubulösen Drüsen demonstrirende Abbildung Fig. 2 anzweifelt, indem er sie, „falls der Schnitt oberflächlich genug gelegt ist", als mit seiner Darstellung der Verhältnisse im Einklang stehend bezeichnet, so muss ich dieser Kritik entgegenhalten, dass ein Flachschnitt durch mit einander communicirende Epithelrinnen niemals, mag der Schnitt so oberflächlich gelegt sein, als er wolle, das Bild von

*) Dieses Archiv Bd. XXVI, 1.

lauter geschlossenen, ringförmigen, ein centrales Lumen aufweisenden Epitheldurchschnitten liefern kann, wie es meine bez. Abbildung thut. Grade der Umstand, dass Stieda solche Bilder, wie sie Figur 2 meiner Abhandlung zeigt, bei seinen Untersuchungen vermisst hat, ist es gewesen, weshalb er das Vorkommen tubulöser Drüsen in der Lidbindehaut des Menschen leugnen zu müssen geglaubt hat, während er, falls er derartige Bilder damals gefunden hätte, dieses Vorkommen anstandslos zugegeben haben würde, weil sie voll und ganz dem Postulate entsprechen, von dessen Erfüllung er selbst die positive Entscheidung der durch Henle's bekannte Befunde angeregten Frage nach den tubulösen Drüsen der menschlichen Conjunctiva abhängig gemacht hatte.

Beiläufig gestatte ich mir noch, eine mich betreffende Angabe Rählmann's richtig zu stellen. Rählmann sagt, dass zapfenförmige Wucherungen des Epithels von Iwanoff und Berlin als typische Befunde bei Trachom beschrieben worden seien und dass u. A. auch ich diesem Befunde pathognostische Bedeutung beigelegt hätte. Dies letztere ist nicht richtig; in meinen Abhandlungen über Tuberkulose und Lupus der Conjunctiva*) habe ich solche epithelialen Sprossenbildungen zwar vielfach erwähnt, ihnen aber ausdrücklich jedwede pathognostische Bedeutung abgesprochen; in der von Rählmann citirten Arbeit von mir findet sich aber überhaupt keine Erwähnung der in Rede stehenden Bildungen.

*) Dieses Archiv Bd. XXIV, 3 u. Virchow's Archiv Bd. 82.

Erklärung

von

Dr. J. Samelsohn in Cöln.

In dem letzten Jahrgange (XIII) von Nagels Jahresbericht findet sich ein Referat über meine im 28. Bande dieses Archivs publizirte Arbeit „zur Anatomie und Nosologie der retrobulbären Neuritis", das in einigen Punkten um so weniger ohne Berücksichtigung bleiben darf, als es auf dem Grunde irriger Voraussetzungen und selbst falscher Thatsachen aufgebaut ist. Wenn der Referent, Herr Professor Michel, der bezüglichen Arbeit nur den Werth einer schlecht beobachteten Casuistik beilegt, so ist gegen diese seine individuelle Auffassung von meiner Seite selbstverständlich nichts zu erwidern; wenn er dagegen die von mir ganz kurz referirte übrigens interesselose Krankengeschichte eines klinischen Alltagsfalles, die für mich nur der Ausgangspunkt für generellere Untersuchungen geworden, mit einer so zersetzenden Kritrik zu beehren beliebt, wie solches Seite 446 des Jahresberichtes geschehen ist, so sollte man voraussetzen, dass die von ihm zum Theile durch besondere Interjectionszeichen verurtheilten Punkte doch mindestens über jede Discussion erhaben seien. Ob sie das sind, und ob Herr Michel den kritischen Thron mit Recht behauptet, auf welchen er sich

seit einiger Zeit zu schwingen beliebt hat, mag der Leser nach dem folgenden Material selbst beurtheilen.

1. Der Referent findet es angezeigt, meine Diagnose der Intoxicationsamblyopie und die darauf basirte Therapie absoluter Abstinenz mit einem missbilligenden Ausrufungszeichen zu begleiten und zwar aus dem Grunde, weil der Patient den Missbrauch von Alkohol und Tabak auf das Bestimmteste verneinte. Herr Professor Michel bekennt damit, dass ihm die alltägliche Erfahrung des Practikers unbekannt ist, nach welcher bei Patienten der niedern Stände der Begriff des Missbrauchs geistiger Getränke ein sehr relativer ist und dass für Alkoholiker, wie Syphilitiker auch in der Medicin der Spruch gilt: „si fecisti, nega". Ich hielt mich in dem beregten Falle, wie in vielen andern Fällen berechtigt, jene Diagnose zu stellen, auf Grund des bekannten ophthalmologischen Befundes und des Umstandes, dass bei Abwesenheit aller andern die Amblyopie erklärenden Ursachen von dem Patienten der regelmässige Gebrauch von Spirituosen und Tabak zugestanden wurde. Herr Michel mag die Unvollkommenheit meiner diagnostischen Hilfsmittel in diesem Falle bedauern, aber sich erinnern, dass ich dieses Missgeschick wohl mit allen Klinikern, ihn selbst natürlich ausgenommen, theilen dürfte.

2. Dass ich im weitern Verlaufe der Beobachtung meine Diagnose in die der retrobulbären Neuritis mit cerebralen Reizungserscheinungen modificirte und gegen diesen supponirten Entzündungsprozess mit formativer Tendenz eine stark resolvirende Behandlung in Form einer Inunctionscur einleitete, ohne dass Anzeichen von Syphilis vorhanden waren, und dass ich die einfache Thatsache des Verschwindens der Kopfschmerzen nach dieser Behandlung registrirte mit der ausdrücklichen Erklärung, dass ich mich in diesem Punkte jedes Urtheils über einen etwaigen causalen Zusammenhang enthielte,

findet Referent so ungeheuerlich, dass er diesen Passus mit einem „sic!" zu bekräftigen für nöthig hielt. Ich glaube, den Lesern des Archivs eine didactische Auseinandersetzung dieser Punkte ebenso vorenthalten zu dürfen, wie die eingehende Erklärung meiner selbstironisirenden Aeusserung in Betreff des Haarseiles, welche der Referent offenbar als eine ernsthaft gemeinte in ihrem ganzen Wortlaute mit bezeichnenden Gänsefüsschen abdrucken zu müssen geglaubt hat.

3. In vier vollen Druckzeilen des sonst nur allzu kurzen Referates drückt Herr Professor Michel seine tiefste Missbilligung über die unverzeihliche Vernachlässigung der Harnuntersuchung aus. In meiner Arbeit S. 7, Z. 6 finden sich an der durch einen Absatz gekennzeichneten, überdies **auffallendsten** Stelle meiner kurzen Krankengeschichte die beiden Worte **„Urin normal"**.

4. Das Rückenmark wurde bei dem an Aortenaneurysma gestorbenen und während seines Lebens kein Symptom einer spinalen Erkrankung zeigenden Patienten allerdings nicht untersucht, was ich auch in weitern ähnlichen Fällen trotz Herrn Michel nicht zu thun gedenke.

Ich glaube, diese Auseinandersetzungen werden für die Beurtheilung des sachlichen Werthes dieses Referates genügen, das den Leser des Jahresberichtes in Betreff des eigentlichen Inhaltes meiner Arbeit einfach auf das Original verweist. Die Beurtheilung des ethischen Werthes solcher Referate, mit denen Herr Professor Michel vor den Lesern des Archivs bekanntlich nicht zum ersten Male debütirt, überlasse ich getrost den Fachgenossen.

Cöln, 10. Januar 1884.

Antwort an Herrn Prof. Schiess.

Herrn Prof. Schiess gegenüber bedaure ich recht sehr das von meiner Seite stattgehabte Missverständniss. Ich habe den Schlusspassus seiner in diesem Archiv, Jahrgang XXI, Abth. I, S. 47, enthaltenen Arbeit über 200 Scleralextractionen, der „Messungen der Kerngrösse" überschrieben ist, auf alle 200 Extractionen, soweit kernhaltige Staare zur Extraction kamen, bezogen; Schiess hat aber nur die Kerne der Staare gemessen, die Patienten über 50 Jahren angehörten, weil man gemeiniglich gewohnt ist, solche Staare als Altersstaare zu bezeichnen. —

Dem gegenüber muss ich hier indess entschieden dagegen opponiren, dass man die Messungen der Cataractkerne auf die von Schiess beliebte Altersstufe beschränkt. Welchen practischen Werth haben denn die Messungen der Cataractkerne? Sie bilden doch das Fundament für die ganze Extractionstechnik; denn der Zweck dieser Operation heisst ja, einen Körper von bestimmter vorliegender Kerngrösse aus dem Auge entfernen. Hierbei ist das Alter des Patienten sehr gleichgültig. Die Operationstechnik frägt vor Allem danach, ist die vorliegende Cataract kernhaltig oder nicht, und im ersteren Falle weiter, wie gross ist vermuthlich der vorliegende Kern;

demnach müssen auch alle Cataractkerne ausnahmslos gemessen werden, nicht die über 50 Jahre allein; insofern sind die Messungen von Schiess also leider nicht ganz vollständig, der meinerseits stattgehabte Irrthum wird aber entschuldbar.

Januar 1884.

Dr. Steffan.

Bemerkung

von

Dr. G. Mayerhausen in München.

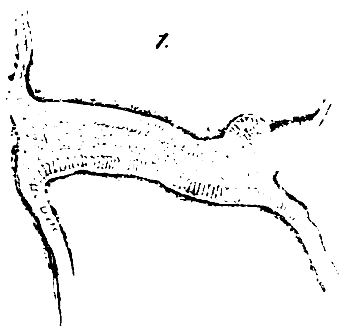
Durch einen Zufall ist die vom Verleger Herrn Peters zur Correctur an mich abgesandte, zu meinem in diesem Archiv Band XXIX, Abth. 4 enthaltenen Aufsatze: „Beitrag zur Kenntniss der Photopsien in der Umgebung des Fixirpunktes" gehörige Tafel V mir vor der Publication nicht zugekommen. Ich fühle mich bewogen, dies zu bemerken, da die technische Ausführung der Photolithographien meiner Erwartung wenig entsprechend ist.

Berichtigung.

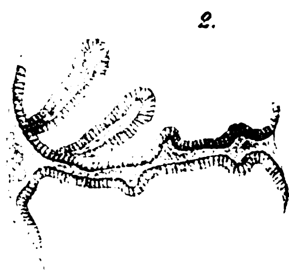
In der Arbeit des Herrn Prof. Donders: „Noch einmal die Farbensysteme" muss es auf S. 80, Z. 23 v. o. statt „Beschränkung des Gesichtsfeldes" heissen: „Verkürzung des Spectrums."

Druck von W. Büxenstein in Berlin.

1.



2.



3



4



5



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

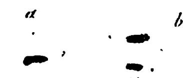


Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

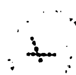


Fig. 7

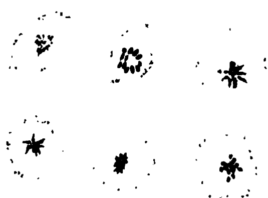


Fig. 8

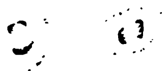


Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11



Falchi dis. Torino Lit. Salussolia

ALBRECHT VON GRÆFE'S

ARCHIV

FÜR

OPHTHALMOLOGIE.

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. F. ARLT
IN WIEN

PROF. F. C. DONDERS
IN UTRECHT

UND

PROF. TH. LEBER
IN GÖTTINGEN.

DREISSIGSTER JAHRGANG
ABTHEILUNG II

ODER

DREISSIGSTER BAND
ABTHEILUNG II.

MIT HOLZSCHNITTEN UND TAFELN.

BERLIN, 1884.
VERLAG VON HERMANN PETERS.
MOHREN-STRASSE 28.

Inhalts-Verzeichniss

zu

Band XXX, 2. Abtheilung.

Zur Analyse der Pigmentfarben.

Von

Bruno Kolbe.

Hierzu Tafel I.

Die Wichtigkeit homogener Farben für physiologische Fundamentaluntersuchungen des Farbensinns ist wohl allgemein anerkannt, doch fehlt es uns zur Zeit noch an einer für die augenärztliche Praxis genügend bequemen Methode zur Herstellung derselben. Die neuerdings von Hirschberg, Glan, Donders u. A. vervollkommneten Spektroskope mit Doppelspektren sind zu Specialprüfungen sehr werthvoll, doch ist ihre Handhabung so zeitraubend, dass man in der Praxis, wo es auf keine sehr grosse Genauigkeit ankommt, sich gerne der bequemen Pigmentfarben bedient. Hierbei treten nun — ausser der durch das Verbleichen der Pigmente bedingten Aenderung des Farbentones — verschiedene Fehlerquellen auf, welche die Vergleichbarkeit der Resultate erschweren, wenn nicht unmöglich machen, wie: ungleiche Helligkeit und Intensität der Pigmentfarben überhaupt und bei verschiedener Beleuchtung. Da man nun gerade in der Praxis oft in den Fall kommen kann, bei künstlicher Beleuchtung Prüfungen

des Farbensinnes anstellen zu müssen, so wird es von Interesse sein, die durch Aenderungen der Beleuchtung hervorgerufenen Aenderungen des Tones und der Intensität der Pigmentfarben zu verfolgen. — Auch sind von vielen Forschern die Farbengleichungen benutzt worden, um einen Einblick in das Farbensystem der Untersuchten zu gewinnen. Um die Resultate dieser Farbengleichungen verwerthen zu können, ist es aber nothwendig, die Helligkeit der betr. Farben für ein normales Auge zu bestimmen!

Die Verwechselungsfarben der Farbenblinden bilden bekanntlich ein werthvolles Hilfsmittel zur Diagnose der Art des vorliegenden Falles von Farbenschwäche. Oft kommt es jedoch vor, dass Pigmentfarben (besonders blaugrüne Farbentöne), welche dem Normalsichtigen fast identisch erscheinen, (auch bei geübten Farbenblinden derselben Art) ganz verschiedene Verwechselungsfarben haben, welche sich mit der Beleuchtungsqualität in verschiedener Weise ändern.

Durch eine interessante Arbeit von E. Albert*) bin ich nun auf den, wie ich glaube, richtigen Weg zur Lösung dieser Widersprüche gekommen. Albert sagt zum Schluss: „Aus der Aenderung einer homogenen Farbe (bei Aende- „rung der Beleuchtungsstärke) kann gar kein Schluss auf „die Aenderung des betreffenden Pigmentes gemacht „werden, sondern dessen Aenderung ist die Resul- „tante aus den Aenderungen der das Pigment „componirenden homogenen Farben" ....

„Einer Verringerung der Intensität verschiedenfarbigen „Lichtes entspricht eine verschieden grosse Verminderung „der Empfindungsstärke in der Weise, dass dieselbe für „Strahlen kleinerer Wellenlänge (gleichviel welchem Theile

*) E. Albert: Ueber die Aenderung von Spektralfarben und Pigmentfarben bei abnehmender Beleuchtung. — Wiedemann's Annal. d. Phys. u. Chem. 1882, No. 5, pag. 129—160.

„des Spectrums sie angehören) langsamer abnimmt, als für Strahlen grösserer Wellenlänge."*)

Vorstehendes Resultat Albert's liess mich vermuthen, dass das Intensitätsverhältniss der homogenen Componenten bei den Pigmenten von entscheidendem Einfluss auf deren Brauchbarkeit zu physiologischen Untersuchungen sein müsse. Diese Annahme wurde durch die bezüglichen Untersuchungen vollständig bestätigt.

Eine mehrjährige Erfahrung bei qualitativen und quantitativen Prüfungen Farbenblinder hatte mich eine Reihe von Pigmentfarben herausfinden lassen, bei welchen die betr. Resultate am wenigsten schwankten, wenn die Untersuchungen an denselben Personen zu verschiedenen Zeiten angestellt wurden.

Nachstehende Arbeit hat nun den Zweck:

1. Durch eine quantitative Spektral-Analyse einer grösseren Reihe von Pigmentfarben ein charakteristisches Merkmal der brauchbaren Pigmente herauszufinden;
2. eine Bestimmung der Helligkeit von Pigmentfarben (mit annähernder Genauigkeit) zu versuchen;
3. den Einfluss der Beleuchtungsart auf den Farbenton und die chromatische Valenz (farbige Intensität) der wichtigsten Pigmentfarben zu studiren.

I. Quantitative Analyse der Pigmentfarben.

Eine genaue quantitative Spektralanalyse der Pigmentfarben bietet nicht geringe Schwierigkeiten dar, da wir keine constant bleibende und in ihrer Stärke und Qualität stets gleichmässig herzustellende Lichtquelle besitzen.

*) Vergl. Dove: Ueber den Einfluss der Helligkeit einer weissen Beleuchtung auf die relative Intensität verschiedener Farben. — Pogg. Ann. 1852, Bd. 85, pag. 400.

Ausserdem erschien es wünschenswerth, die betr. Pigmente (farbige Papiere) bei derselben Beleuchtung zu analysiren, bei welcher sie zu Prüfungen des Farbensinnes am geeignetsten sind, nämlich bei diffusem Tageslicht. Hierbei ist es jedoch nicht gleichgiltig, ob wir als Normalbeleuchtung diffuses Tageslicht bei klarem oder gleichmässig leichtbewölktem Himmel annehmen, denn das vom unbewölkten Himmel reflectirte Licht erscheint im Vergleich mit letzterem etwas grünlich blau. — Dr. Ole Bull*), der bisher wohl am genauesten den Einfluss der wechselnden Beleuchtungsqualität auf den Farbenton der Pigmente studirt hat, nahm als Normalbeleuchtung diffuses Tageslicht bei wolkenlosem Himmel an. Da mir jedoch sorgfältige qualitative Untersuchungen zeigten, dass bei leichter gleichmässiger Bewölkung die Stellung der Sonne zu den Fenstern des Beobachtungszimmers weniger Einfluss auf die überhaupt constantere Beleuchtungsstärke und Beleuchtungsqualität (s. w. u.) hat**), so habe ich zu meinen Untersuchungen solche Tage gewählt, und in diesem Falle das diffuse Tageslicht als „Normalbeleuchtung" bezeichnet. Die Beobachtungen geschahen zwischen 10 und 2 Uhr M. während der Sommermonate d. v. Jahres.

Folgende Tabelle (A) enthält die quantitative spektroskopische Analyse von 63 farbigen Papieren. Ein Teil des Sortiments besteht aus den intensiv gefärbten matten Heidelberger, resp. Pariser Blumenpapieren, welche letztere ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Maklakow in Moskau verdanke. Ausserdem habe ich dünnes, fein-

---

*) Ole B. Bull: Studien über Lichtsinn und Farbensinn (v. Graefe's Arch. 1881, I. pag. 110).

**) Das stimmt auch mit der Beobachtung von C. Bohn (Pogg. Ann. 1874, Ergänzungsband VI, pag. 415): „Die Helligkeit des blauen Himmels ist schnellen Veränderungen unterworfen; es wird selten vorkommen, dass Messungen, die zwei Stunden später wiederholt werden, noch annähernd gleiches Helligkeits- und Farbenverhältniss liefern."

körniges Zeichenpapier mit Oelfarben und mit Wasserfarben bis zur grösstmöglichen Sättigung gedeckt, wobei besondere Aufmerksamkeit auf die Erzielung einer matten Oberfläche verwandt wurde. Als werthvolle Ergänzung dienten mir die neuerdings von Dr. Ole Bull zur quantitativen Prüfung des Farbensinnes hergestellten „physiologisch reinen" Farben, von gleicher Helligkeit und Reinheit, welche der Erfinder mir in Stücken seiner Originalcartons zu übersenden die Güte hatte. Einige Farben sind aus meiner*) und 6 aus Dor's Farbentafel**) herausgeschnitten.

Die Anordnung des Experimentes ist aus Fig. 1, Taf. I ersichtlich. — Da ein sehr handliches Browning-sches Spektroskop à vision directe, sowie ein grösseres gewöhnliches mit 3 Prismen sich als zu lichtschwach erwiesen, um die schwächsten Componenten wahrnehmen zu lassen, so war ich genöthigt, ein einfaches Spektroskop mit einem einzigen guten (gleichseitigen) Flintglasprisma***) von 40 Mm. Kantenlänge herzustellen. Dieses liess bei diffusem Tageslicht auch die allerschwächsten homogenen Componenten (wie z. B. gelb beim Ultramarin II) deutlich erkennen, wenn die Breite des dem Objecte näheren Spaltes (s_1) 1 Mm. betrug. Um Lichtverluste zu vermeiden, hatte das Ocularrohr keine Gläser. (In der Zeichnung ist die schwarze Kappe des Spektroskopes fortgelassen.) Die Entfernung zwischen dem Spalt s_1 und den farbigen Scheiben betrug ca. 50 Cm.

Die entsprechende homogene Componente des

---

*) Farbensättigungs-Tafel zur quantitativen Prüfung des Farbensinnes. Petersburg, Kranz. 1881.

**) Dor: Echelle pour mésurer la vision chromatique. Paris. G. Massou. 1878.

***) Ein zur Controle gleichfalls benutztes Quarzprisma ergab wohl etwas intensivere blaue und violete Komp, doch war das Spektrum zu schmal, um das Gelb isoliren zu können.

reinweissen Bristolcartons ist = 100 gesetzt. (Die angegebenen Fraunhofer'schen Linien wurden nach Möglichkeit in die Mitte des isolirten Farbenstreifens eingestellt, was mit Hilfe von Metallspektren geschah.) Die Helligkeit der rotirenden schwarzweissen Scheibe wurde durch Verschiebung des schwarzen (resp. weissen) Doppelsektors (Fig. 2 b, Tafel I) so lange regulirt*), bis in beiden gleichzeitig und dicht übereinander sichtbaren Spektren die beobachtete (isolirte) Componente gleich hell erschien. In diesem Falle verschwand die Grenzlinie vollständig. Bei sehr lichtschwachen Componenten wurden Gitter aus schwarzem dünnen Bristolcarton (deren Lücken, gleich den Stäben, je 0,5, 1 und 2 Mm. Breite hatten), quer vor dem Spalt s_1 auf- und abbewegt. Wenn in beiden Spektren dasselbe Gitter mit gleicher Deutlichkeit wahrgenommen wurde, galten beide Gesichtshälften für gleich hell.

Da auf eine Rotation des Schwungrades meines neuen Farbenmessers (Fig. 1,A) volle 10 Rotationen der Triebräder kommen, so ist die Rotationsgeschwindigkeit der schwarzweissen Scheibe, welche an der verlängerten Axe des aufgerichteten Apparates rotirte, genügend gross. — Bei der aus reinweissem Bristolcarton geschnittenen Scheibe von 160 Mm. Durchmesser sind zwei gegenstehende Quadranten mit schwarzem Carton bedeckt, der frisch geschwärzt (s. w. u.) eine Helligkeit von 0,6 pCt. ($^1/_{167}$) des reinweissen Cartons hatte. Auf der Mitte der Scheibe sind die weissen Quadranten in je 50 gleiche Theile getheilt (Fig. 2 a, Taf. I), so dass beim Aufsetzen eines zweiten schwarzen Doppelsektors der Zusatz Weiss in dem resultirenden Grau von

*) Der Episkotister (s. Plateau: Pogg. Ann. 1833, XXV., p. 459. — Vergl. Aubert: Physiol. Optik, 1876, p. 484) erwies sich wegen der weiten Grenzen, innerhalb welcher Variationen der Helligkeit vorgenommen werden mussten, als unzweckmässig.
Der Verfasser.

O pCt. bis 50 pCt. variiren kann. Durch Benutzung eines weissen Doppelsektors (Fig. 2, b) kann der Zusatz Weiss 50 pCt. bis 100 pCt. betragen. Bei 2—3 Rotationen des Schwungrades pro Secunde wurde im Spektrum der rotirenden Scheibe nicht das geringste Flimmern mehr wahrgenommen. Die Befestigung der Scheiben geschah vermittelst einer Patrone (p) durch Bajonettverschluss.

Die Pigmente No. 1—50 der Tabelle A bilden einen geschlossenen Farbenkreis von 210 Mm. äusserem und 160 Mm. innerem Durchmesser, und zwar sind die einzelnen Farben möglichst entsprechend einem von mir früher berechneten Farbenkreise (s. w. u.) geordnet, so dass die Gegenfarben sich nahezu diametral gegenüberstehen und die Uebergänge recht gleichmässig sind.*)

Bei der spektroskopischen Analyse wurde der Farbenkreis, parallel zur vertical rotirenden schwarzweissen Scheibe, so nahe vor den unteren Rand derselben aufgestellt, dass das in einem Winkel von ca. 40° zur Fläche der Scheiben auffallende Licht des nach NNE gelegenen Fensters keinen Schatten und keinen Reflex auf den Objecten bildete, wenn man in der Richtung des Objectivrohres auf die Flächen blickte. In dieser Stellung erschien der vor jeder Untersuchungsreihe frisch mit Elfenbeinschwarz (Oelf. von Moewes, Berlin) und Robertson'schem Medium eingeriebene schwarze Carton fast so dunkel, wie schwarzer Sammet. Da es sich während der Untersuchung zeigte, dass durch die Aenderung der Beleuchtungsstärke bei manchen Pigmenten das relative Intensitätsverhältniss der Componenten in grösserem Masse schwankte, als bei anderen (letztere sind in der Tabelle A mit einem * be-

---

*) Einen aus 100 Pigmenten bestehenden Farbenkreis hat Donders construirt (Ueber Farbensysteme. Graefe's Arch. 1881, I. pag. 158). Da D. nicht die betr. Oelfarben anführt, so hatte ich bei der Herstellung meines Farbenkreises leider keinen Anhaltspunkt zu einem Vergleich.

zeichnet), so haben die angegebenen Mittel aus den Beobachtungen ein verschiedenes Gewicht. Der Einfachheit halber ist daher Abstand davon genommen worden, die gemessene Helligkeit der Componenten auf absolute Werthe zu reduciren. Wir setzen einfach die Helligkeit des schwarzen Cartons = 0. Dieses können wir um so eher thun, als im Allgemeinen der wahrscheinliche Fehler des Mittels bei dieser Methode sich etwas grösser herausstellte, (als selbst bei den mittleren Comp.) die Differenz zwischen dem beobachteten und dem absoluten Werthe, der für n pCt. weiss, $h_a = \left(n + \frac{100 - n}{h_s}\right)$ pCt. beträgt, wenn h_s die Helligkeit des schwarzen Cartons ist.

Bei allen anderen farbigen Papieren, sowie bei den Controlversuchen wurden Farbenscheiben von 55 Mm. Durchmesser über die schwarzweisse Scheibe geschoben, sodass beide beobachteten Flächen rotirten.

Gemessen wurde der Zusatz von Weiss im resultirenden Grau, der genügte, die entsprechenden Compoponenten gleich hell erscheinen zu lassen. Da hierbei (besonders bei den lichtschwächeren brechbarsten Tönen) ein gewisses Intervall auftrat, innerhalb dessen Zusätze von Weiss keine deutlich merkbare Helligkeitsdifferenz verursachten, so wurden beide Grenzen bestimmt, bei welchen die eine und die andere Hälfte des Gesichtsfeldes anfing heller zu werden und aus beiden das Mittel genommen! Diese Mittel stimmten unter sich weit besser als die directen Einstellungen. Zur Vermeidung des durch Excentricität der rotirenden Sectoren (die bei häufigem Gebrauche nicht zu umgehen ist) hervorgerufenen Fehlers, wurde jede Ablesung an beiden Theilungen der weissen Quadranten gemacht und das Mittel als Einzelbeobachtung notirt.

Die in der folgenden Tabelle für 6 homogene Componenten angegebenen Werthe sind die Mittel aus je 5 vollständigen Beobachtungsreihen.

Tabelle A. Spektroskopische Analyse farbiger Papiere.

(Die Helligkeit jeder Componente beim weissen Bristol-Carton = 100 gesetzt.) Beleuchtung: diffuses Tageslicht bei leichter Bewölkung; Zeit: 10—2 Uhr Mittags.

No.	Farbe	Art des Pigmentes	Roth (B)	Orange (a)	Gelb (D)	Grün (E)	Blau (F)	Violett (G)	Im Mittel
1	Purpurroth	Pariser Blumenpapier	59,0	27,0	11 5	9,5	11,0	13,5	21.9
2	Carmin *	Heidelberger Blumenpapier	58,2	21,5	9,8	10,0	12,2	10,5	20,0
3	Scharlach *	Heidelberger do.	55,9	31,0	17,0	17,0	19,3	18,5	26,9
4	Zinnober I	Oelfarbe (Moewes in Berlin)	52,3	30,0	17.0	20,0	18,0	16,5	25,8
5	Zinnober II	Oelfarbe auf meiner Farbentafel (B)	51,0	31,3	23,5	17,3	21,0	19,2	27.2
6	Orange-roth I	Pariser Blumenpapier	57,3	50.1	58,7	26,9	15,0	12,6	36,8
7	Orange-roth II	Pariser Blumenpapier (leuchtend)	76,0	55,3	44,3	17,1	13,9	11,2	36.3
8	Wiener Roth I	Oelfarben auf gelbem Grunde aufgetragen	60,2	57,0	37.1	19,1	20,8	18,8	35,0
9	Wiener Roth II	Oelf. auf weissem Grunde aufgetragen	70,1	57,2	35,5	18,5	21,9	20,7	37,3
10	Dk. chromgelb I	Oelfarbe auf gelbem Grunde	66,5	52,3	41,3	34,7	15,9	14,7	37,7
11	Dk. chromgelb II	Oelfarbe auf weissem Grunde	73,5	72,3	53,5	57,5	13,0	9,0	46,5
12	Chromgelb	Dunkles und helles Chromgelb, in verschiedenen Verhältnissen gemischt	77,5	71,0	65,4	50,5	16,0	13,1	48,9
13	Orange-gelb I		75,0	76,3	61,2	47,1	25,5	20,8	51,0
14	Orange gelb II		63,7	61,5	55,5	46,5	22,3	20,7	44,5(?)
15	Gelb I	Oelf. meiner Farbentafel (J) (etw. unrein)	60,5	61,5	59,8	60,9	20,5	12,5	46,0
16	Gelb II	Helles Chromgelb auf Curcumapapier	59,5	63,1	65,0	65,8	18,1	10,6	46,7
17	Gelb III	Gummigutt, Wasserfarbe (recht rein)	67,0	69 8	66,5	72,5	32,5	27,0	57,1
18	Gelb IV	Käufl. Papier, unrein, dunkler als d. vorige	62,1	63,5	60,8	54,0	32,3	18,2	48,6

No.	Farbe	Art des Pigmentes	Roth (B)	Orange (a)	Gelb (D)	Grün (E)	Blau (F)	Violett (G)	Im Mittel
19	Gelb V	Pariser Blumenpapier (intensiv, hell)	79,5	78,5	61,6	75,0	35,3	19,8	60,0
20	Gelb VI	Pikrinsaures Natron (sehr intensiv)	76,8	68,5	67,4	56,8	19,4	12,3	50,2
21	Grünlich-gelb	Helles Chromg. u. etw. permanentgrün (Oelf.)	43,3	46,2	65,6	61,5	24,5	13,6	42,5
22	Gelb-grün I	do. (grünlicher als d. vorige) auf weiss. Gr.	42,3	46,8	59,3	66,8	19,3	15,8	41,7
23	Gelb-grün II	wie d. vor. (auf grünem Heid. Bl. aufgetr.)	27,8	26,3	26,1	36,0	26,5	25,4	28,2
24	Grün I	Permanentgrün auf grünem Heidelb. Bl.	15,0	17,5	19,6	48,0	37,6	13,5	26,2
25	Grün II *	Heidelb. Blumenpapier (bläuliches Grün)	14,0	23,5	29,8	53,5	45,8	12,5	31,5
26	Grün III	Smaragdgrün (Oelf.) auf d. vor, aufgetragen	9,3	9,0	12,3	33,7	26,8	18,2	18,3
27	Blau-grün I	Cobaltblau (Oelf.) auf Scheel'schem Grün	6,0	8,5	14,0	22,1	26,2	13,8	15,2(?)
28	Blau-grün II	Cobaltblau (Wasserf.) auf Scheel'schem Grün	7,0	13,9	15,6	26,2	27,0	25,4	19,2
29	Grün-blau I	Ultramarin (Oelf. mit Med.) auf Sch. Gr.	5,5	6,5	11,0	26,1	33,2	26,5	18,1
30	Grün-blau II	Smaragdgrün und ultramarin (Oelfarben)	19,5	12,3	19,0	28,1	30,0	28,2	21,1
31	Grün-blau III	und etwas weiss in verschiedenen Ver-	6,5	15,5	17,2	25,0	33,3	31,5	21,4
32	Grün-blau IV	hältnissen gemischt, auf weissem Grunde	7,0	8,5	13,6	27,0	35,8	33 2	20,9
33	Grünlich-blau	aufgetragen.	4,6	6,0	11,2	20,1	33,3	34,2	18,2
34	Blau I	Cobalt (Oelfarbe)	10,5	8,9	12,5	20,3	33,5	35,5	20,0
35	Blau II	Cobalt (?) Pariser Blmp. (heller als d. vor.)	13,8	14,1	19,5	35,0	54,9	53,2	31,8
36	Blau III	Cobalt (Wasserf.) auf d. vorig. aufgetragen	6,5	5,9	10,0	29,1	54,2	57,0	27,1
37	Ultramin I	Käufliches Papier (recht rein).	6,7	7,1	9,2	12,4	68,3	69,2	28,8
38	Ultramarin II *	Pariser Bl. (dunkler als das vorige)	4,5	5,5	4,7	6,4	68,4	63,5	25,5
39	Indigo I	Amethystviolett und Carmin (Wasserf.) gem.	9,1	8,9	8,5	5,8	52,9	58,1	23,9
40	Indigo II	Aus Oelfarben gemischt (dunkel)	9,7	6,0	8,5	12,0	32,1	40,5	18,1

41	Violet I *	Amethystviolet (Wasserfarbe) gesättigt	16,8	12,5	9,8	9,8	38,9	48,0	22,6
42	Violet II	Heidelb. Blumenp. (etwas röthlicher)	13,0	11,3	7,5	9,2	81,3	44,5	19,5
43	Purpur-violet I	Carmin und amethystviolet, Wasserfarbe (mit etwas Zinkweiss) in verschiedenen Verh. gemischt. (Etwas matt, ziemlich dunkel.	13,0	8,8	10,3	12,5	24,8	36,0	17,7
44	Purpur-violet II		24,9	23,5	17,3	17,5	36,0	45,5	24,1(?)
45	Purpur-violet III		29,9	19,0	11,5	21,2	21,0	30,1	22,1
46	Violet-purpur I		33,0	26,1	17,2	20,5	29,5	37,0	27,2
47	Violet-purpur II		40,0	29,5	10,8	9,3	13,0	23,0	20,9
48	Violet-purpur III	Heidelberger Blumenpapier.	50,0	43,5	14,2	9,0	15,7	24,1	26,1
49	Purpur I	Carmin und etw. amethystviolet (Wasserf.)	51,5	46,3	16,2	12,3	16,8	22,0	27,3
50	Purpur II *	Oelf. auf d. eig. Farbentafel (D) gesättigt	65,5	45,1	24,0	11,7	22,0	26,0	32,6
51	Roth (bläulich)	Ole Bull's aequivalente Farben. Entsprechend No. 18 seiner chromatoptometr. Tafel. — Originalcartons (vom Erfinder erhalten)	34,6	23,1	11,0	6,9	12,5	11,7	16,7
52	Orange		30,5	26,2	23,8	10,1	7,0	6,6	17,4
53	Grün (bläulich)		5,8	8,0	11,0	16,9	24,2	17,2	13,9
54	Blau (grünlich)		8,1	8,5	8,0	19,6	32,6	17,5	14,0
55	Neutral-grau (O.B.)		16,0	14,5	14,1	15,0	13,5	12,1	14,4
56	Neutral-grau (B.K.)	Dunkl. Silbergr. No. 541 (v. Schleicher & Schüll in Düren)	32,0	33,5	33,0	30,1	27,9	30,3	31,2
57	Orange-roth	Unbekannter Bezugsquelle, sehr intensiv	80,2	75,5	63,8	10,4	7,8	7,0	40,8
58	Roth	Dor's Farbentafel (Pl. VI, 20 M.)	39,3	35,6	19,9	5,2	8,3	8,5	20,1
59	Orange		67,0	76,3	54,0	11,1	7,3	8,2	37,3
60	Gelb		65,4	70,2	66,1	50,1	15,6	21,5	48,3
61	Grün		14,6	19,5	23,2	48,4	24,7	19,6	25,0
62	Blau		7,2	6,8	8,7	11,2	49,1	33,8	19,4
63	Violet		13,5	10,0	5,2	6,0	25,1	49,5	17,4

Vergleichen wir nun eine Reihe von Pigmenten, welche sich bei Prüfungen des Farbensinnes durch eine gewisse Stabilität der Resultate auszeichneten, wie: Carmin, Scharlach, Grün II, Ultramarin II, Amethystviolett und Purpur II mit andern, bei denen die Resultate am meisten schwankten, so finden wir, dass erstere gerade dieselben Pigmente sind, welche bei geringen Schwankungen der Beleuchtung verhältnissmässig am wenigsten alterirt wurden. Zur besseren Uebersicht setzen wir in der folgenden Tabelle B das arithmetische Mittel (m) aus den Componenten jedes Pigmentes (das, wie wir weiter unten sehen werden, der Helligkeit des Pigmentes entspricht) = 1 (d. h. wir dividiren die Componenten durch m), so giebt uns das Intensitätsverhältniss der Componenten einen von der Helligkeit des betr. Pigmentes unabhängigen Massstab zur Beurtheilung der spektroskopischen Reinheit der farbigen Papiere.

Tabelle B.

(m = 1 gesetzt.) I—VI gute, VII—XI schlechtere Pigmente.

	No. in d. Tab A	Farbe	Qualität	r	o	g	gr	bl	v
I	2	Carmin	sehr gut	2,91	1,09	0,49	0,50	0,61	0,53
II	3	Scharlach	gut	2,04	1,15	0,63	0,63	0,72	0,63
III	25	Grün II	meist gut	0,44	0,75	0,94	1,75	1,45	0,39
IV	38	Ultramarin II	meist gut	0,18	0,21	0,19	0,25	2,75	2,53
V	41	Amethyst-viol.	sehr gut	0,75	0,56	0,44	0,44	1,72	2,35
VI	50	Purpur II	meist gut	2,00	1,37	0,74	0,36	0,64	0,80
VII	6	Orange roth I	zml.schlecht	1,35	1,36	1,57	0,73	0,41	0,34
VIII	12	Chromgelb II	zml.schlecht	1,55	1,42	1,31	1,01	0,32	0,27
IX	23	Gelb-grün II	schlecht	0,98	0,96	0,90	1,13	0,83	0,90
X	30	Grün-blau II	zml.schlecht	0,92	0,58	0,90	1,32	1,42	1,34
XI	20	Pikrins. Na.	bestes Gelb!	1,53	1,37	1,35	1,13	0,38	0,24

Wir sehen aus dieser Zusammenstellung ohne weiteres: Eine Pigmentfarbe ist um so brauchbarer zu

physiologischen Untersuchungen, je mehr die dem Gesammtfarbentone entsprechenden homogenen Componenten praevaliren.

Zu Untersuchungen bei nicht constanter Beleuchtung, d. h. zu Prüfungen des Farbensinnes in der Praxis, sind nur solche farbigen Papiere zulässig, bei denen die praevalirenden homogenen Componenten mindestens doppelt so gross sind, als das arithmetische Mittel aus wenigstens 6, im Gitterspectrum nahezu gleichmässig vertheilten homogenen Componenten.

Der Kürze wegen wollen wir Pigmentfarben, bei denen eine Componente bedeutend prävalirt, praevalente Farben nennen und die anderen als componente Farben bezeichnen.

Praevalente Farben sind bei Schwankungen der Beleuchtungsstärke geringeren und regelmässigeren Aenderungen des Farbentones ausgesetzt, als componente Farben! Dieses Ergebniss liess sich aus dem im Eingange erwähnten Albert'schen Satze fast vorhersehen. (Vergl. w. u. Tab H.)

Sowohl das von Bull, als auch das von mir als „Neutralgrau" bezeichnete Pigment (No. 55 und 56, Tab. A) ist für die Praxis genügend farblos. Dass bei beiden die brechbareren Farben relativ schwächer erscheinen, rührt vielleicht daher, dass der benutzte schwarze Carton bei der Rotation mit Weiss einen (allerdings sehr schwachen) bläulichen Schimmer hatte. (Vergl. pag. 15.) Ein Schwarz, das in diesem Falle keinen bläulichen Schimmer geben soll, muss, für sich betrachtet, einen leichten gelblichen Anflug zeigen.*)

---

*) Eine hierher gehörige Notiz findet sich bei E. Albert (S. ob. cit. p. 154). Er sagt:

„Ein Rauchglas kann uns nämlich bloss dann reingrau erscheinen, wenn die Störung des Gleichgewichtes, welche die Empfindung aus physiologischen Gründen durch die stärkere Schwächung der weniger brechbaren Seite des Spectrums erfährt, wieder gut gemacht wird auf physikalischem Wege durch eine

Die Definition des neutralen Grau ist überhaupt sehr schwierig, da hierbei verschiedene Factoren störend wirken wie der Adaptationszustand des Auges, die Farbe der Wände des Beobachtungsraumes oder der vorher betrachteten Objecte und besonders die Qualität des auffallenden Lichtes.* Ich habe es daher für besser gehalten, das zur Helligkeitsverminderung des weissen Cartons benutzte schwarze Papier von **möglichst tiefer Schwärze** herzustellen, als durch schwer zu controlirende minime Zusätze einer Farbe den Ton des schwarzen Pigmentes in unberechenbarer Weise zu ändern. — Erst nach Beendigung der quantitativen Analyse gelang es mir, einen genügend reinschwarzen Sammet aufzutreiben. Controlversuche, die mit Sammetsectoren angestellt wurden, ergaben einerseits nur geringe Differenzen, andererseits wurde die Sammetfläche durch das nöthige fortwährende Verschieben der Sectoren an den Stellen, wo dieselben über einander lagen, bald verdrückt, wodurch störende Reflexe entstanden. Sammetscheiben eigneten sich mithin nicht.

Dass **Bull's** aequivalente Farben ungleich hell erschienen (die Differenzen sind nicht bedeutend), ist wohl zum grössten Teile dem Umstande zuzuschreiben, dass sie

---

entsprechende Absorption der stärker brechbaren Seite. **Physikalisch betrachtet ist also ein reingraues Rauchglas gelblich grau und die Anwendung eines solchen Glases zu vorliegenden Untersuchungen streng genommen nicht statthaft; es müsste eigentlich ein Grau mit bläulichem Anfluge sein.**" — Dasselbe scheint **Bull** durchgefühlt zu haben, da er zur Herstellung eines schwarzen Cartons **blauschwarze** Oelfarbe benutzte.

*) Besonders störend wirkt direkt auf die Fenster des Beobachtungszimmers fallender Sonnenschein oder eine dem Fenster gegenüber befindliche Wand, besonders wenn dieselbe von der Sonne beschienen wird. In solchen Fällen wechselt die Stärke und die Qualität der Beleuchtung in unberechenbarer Weise. Hierauf ist bei der Herstellung von Farbengleichungen oder Aequivalenz-Bestimmungen (s. w. u.) ganz besonders zu achten.
Der Verfasser.

bei leichtbewölktem Himmel analysirt wurden, während der Erfinder sie für ein diffuses Tageslicht bei klarem Himmel aequivalent hergestellt hat. Bei der von mir angenommenen Normalbeleuchtung mussten die blauen und grünen Flächen relativ dunkler erscheinen, was in der That der Fall war.

Für Prüfungen des Farbensinnes bei diffusem Tageslichte sind die Bull'schen Farben jedenfalls brauchbar, denn trotz ihrer geringen Sättigung sind sie immerhin prävalenter als manche andere, weit intensivere Pigmente, z. B. die unter No. VII—XI in der Tabelle B aufgeführten.

Ueberblicken wir die Reihe der analysirten Farben und vergleichen die (in dem relativen Verhältniss der Componenten hervortretende) spektroskopische Reinheit der einzelnen Pigmente, so können wir Folgendes erkennen:

1. Alle Pigmente (farbige Papiere) haben ein continuirliches Spektrum, sind also spektroskopisch unrein.

2. Bei nahezu gleicher Intensität und Helligkeit sind im Allgemeinen die sogenannten „transparenten" Farben weit prävalenter, als die Deckfarben *), besonders wenn man dieselben auf einem passend gefärbten Grunde aufträgt. Die Grundfarbe braucht nicht der Lasurfarbe identisch zu sein. [Die feinsten Farben erhält man durch Auftragung von Lasurfarben auf metallisch glänzendem Grunde.]

3. Pigmentmischungen geben höchst verschiedenartige Gemengfarben, deren spektroskopische Reinheit sich nicht aus den zusammengemischten Farben bestimmen lässt. Meistens sind die Gemengfarben **) bedeutend unreiner und dunkler als die Componenten.

---

*) Vergl. v. Bezold: Farbenlehre im Hinblick auf Kunst und Kunstgewerbe. 1874, pag. 67.

**) Unter „Mischfarben" wollen wir natürlich die Mischung farbigen Lichtes (also auch am Farbenkreisel) verstehen, dagegen unter „Gemengfarben" die Farben der Pigmentgemische.

4. Die besten Pigmentfarben zeigen unter dem Mikroskope durchsichtige, unter sich gleichfarbige Partikel. — (Hierzu ist es natürlich nothwendig, die betreffende Farbe mit einer passenden Flüssigkeit zu verdünnen.) — Gemengfarben sind, schon der wechselnden Zusammensetzung wegen, im Allgemeinen zu feineren Untersuchungen unzulässig.

II. Helligkeitsbestimmung von Pigmentfarben.

Bei farblosen (weissen und reingrauen) Pigmenten hat die Messung der relativen Helligkeit keine Schwierigkeit und kann nach verschiedenen photometrischen Methoden mit genügender Genauigkeit angestellt werden. Für qualitative und quantitative Untersuchungen ist es aber oft von Wichtigkeit für die Diagnose, die Helligkeit der betreffenden Pigmentfarben bestimmen zu können. Genau kann dieses überhaupt nicht geschehen, da differente Farben dem normalsichtigen Auge incommensurabel sind; auch übt die Beleuchtungsstärke auf die einzelnen Farben einen verschiedenen, noch nicht genügend erforschten Einfluss aus.

In Nachstehendem habe ich mich nun bemüht, die Helligkeit der gebräuchlichsten Pigmente, der farbigen Papiere, mit der Helligkeit des reinweissen Bristolcartons zu vergleichen, und hoffe die relative Helligkeit der benutzten farbigen Papiere bei diffusem Tageslicht mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit bestimmt zu haben. Hierbei bevorzugte ich — im Interesse der Vergleichbarkeit mit späteren Untersuchungen — solche Methoden, welche keine complicirten Specialapparate verlangen. Uebrigens erwiesen sich einige, sonst vorzügliche Photometer für unseren Zweck als unbrauchbar, theils weil die Helligkeit der dunkleren Pigmentflächen zu gering war, theils weil die Verschiedenheit des Farbentones zu störend wirkte.

I. Aubert's Methode. *) In einem schwarz ausgeschlagenen Dunkelzimmer wird eine hell und genügend constant brennende Lampe so aufgestellt, dass der Beobachter beschattet ist. Das dunklere Pigment (z. B. Grau) wird in der Entfernung e aufgestellt und das hellere (Weiss) soweit hinausgerückt (in die Entfernung E), bis im geschwärzten Visirrohre des Beobachters beide, sich scheinbar berührende Flächen gleich hell erscheinen. Alsdann ist die Helligkeit der dunkleren Fläche, bezogen auf die hellere,

$$h = \frac{e^2}{E^2} = \frac{1}{(E:e)^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Diese Methode ist, wie Aubert**) hervorhebt, grossen Schwankungen ausgesetzt, und liefert daher keine genauen Resultate. Zur Helligkeitsbestimmung farbiger Papiere kann diese Methode nur dann benutzt werden, wenn die Farben beider Flächen sich sehr nahe stehen. — In Ermangelung eines Dunkelzimmers experimentirte ich in einem fensterlosen Corridor. Die Lampe brannte an dem einen Ende einer innen mit mattem schwarzen Papier bekleideten nach Bedarf zusammenzuschiebenden Papprõhre von 15 Cm. Durchmesser und 150 Cm. Länge. Diese Röhre war zum Beobachter zu geschlossen und hatte am anderen Ende ein Diaphragma, dessen Grösse so gewählt wurde, dass das Licht nur auf einen grossen im Hintergrunde aufgestellten schwarzen Schirm fiel. Trotz dieser Vorsichtsmassregeln waren die Wände des ca. 120 Cm. breiten Raumes von dem herausragenden Lampencylinder matt erhellt. — Es haben daher diese Resultate keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit. Setzen wir die Helligkeit des weissen Cartons = 1, so ist:

*) Aubert: Physiol. d. Netzhaut. 1865. p. 72.

**) Aubert: Die Helligkeit des Schwarz und Weiss. Pflüger's Arch. f. d. ges. Phys. 1883, XXXI, p. 225 ff.

	No. 1. Schwärzester Sammt	No. 2. Frisch geschwärzter Carton	No. 3. Matter schwarzer Bristolcarton	No. 4. Neutralgrau (Silbergrau)
Nach Aubert . . .	ca. 1/800	—	1/30—1/60	—
Nach eigener Beobachtung	ca. 1/400	1/160—1/240(?)	1/48—1/55	1/3—1/4 (?)

Der frisch mit Elfenbeinschwarz und Robertson'schem Medium eingeriebene schwarze Bristolcarton (No. 2) ist derselbe, den ich an der rotirenden Scheibe benutzt habe. Da die folgenden, weniger in ihren Resultaten schwankenden Methoden für diesen Carton eine relativ grössere Helligkeit ergaben, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass die von Ole Bull*) für seinen frisch mit Blauschwarz eingeriebenen Carton nach dieser Methode erhaltene Helligkeit von $\frac{1}{192}$ zu niedrig ist, wenigstens nicht für diffuses Tageslicht gilt.

Eine auffallende Beobachtung machte ich noch bei der Helligkeitsvergleichung farbiger Papiere. Die Resultate stimmten unter sich besser, wenn die hellere, also entfernter aufgestellte Fläche, der Farbe des Lampenlichtes näher stand, als umgekehrt! Dieses spricht dafür, dass bei gesteigerter Intensität die chromatische Valenz der Beleuchtung (s. w. u.) relativ mehr hervortritt, mithin den Farbenton der stärker beleuchteten Fläche der anderen näher bringt, wodurch natürlich die Genauigkeit des Vergleiches gesteigert wird

II. Helligkeitsbestimmung an rotirenden Scheiben. Diese Methode, welche gleichfalls von Aubert**)

---

*) Bull: Graefe's Arch. f. O. 1881, I. p. 93.

**) Aubert: Pflüger's Arch. f. d. ges. Phys. 1883, p. 217—231.

zur Messung der Helligkeit von grauen und schwarzen Pigmenten benutzt worden ist, hat vor jener den grossen Vorzug, bei Tageslicht anwendbar zu sein; auch sind die Resultate weit stabiler.

Gemessen wird der Zusatz von Weiss, der bei der Rotation mit Sectoren aus schwarzem Sammet bester Qualität (dessen Helligkeit ca. $\frac{1}{400}$ wir ohne weiteres $= 0$ setzen dürfen) dieselbe Helligkeit hat, wie das gleichzeitig rotirende, zu untersuchende schwarze oder graue Pigment. Da ich die rotirenden Scheiben über einer Scheibe befestigte, deren Peripherie in 100 Theile eingetheilt war, so entspricht die Sectorbreite des weissen Cartons unmittelbar der Helligkeit des betr. Papieres in Procenten der Helligkeit des $= 100$ gesetzten weissen Bristolcartons. Zählen wir den Zusatz von Weiss in Graden, und finden w^0, so ist

$$h = \frac{w^0}{360^0} = \frac{1}{360^0 : w^0}, \text{ oder in Procenten:}$$

$$h = \frac{100 \, . \, w^0}{360^0} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2).$$

Diese Methode liefert auch bei der Helligkeitsvergleichung farbiger Flächen gute Dienste, wenn die Farbentöne wenig differiren. Doch muss man hierbei, wie übrigens bei allen genaueren Helligkeitsmessungen bei farbigen Papieren, beide Vergleichsobjecte rotiren lassen, damit die sehr störende Ungleichheit der Oberfläche eliminirt wird! Die Genauigkeit des Resultates gewinnt dadurch, dass man eine Reihe von Pigmenten untersucht, welche einen geschlossenen Farbenkreis bilden, da man dann von der Ausgangsfarbe zu jeder der anderen auf zwei Wegen gelangen kann, so z. B. von Gelb zu Blau über Orange, Roth, Purpur und Violett einerseits und über Gelbgrün, Grün, Blaugrün und Grünblau andererseits. Sollen die

Bestimmungen der relativen Helligkeiten einigermassen genau sein, so muss ein solcher Farbenkreis aus mindestens 20—24 Farben bestehen, deren Intervalle nahezu gleichmässig sind. Unbequem ist bei dieser Methode der Umstand, dass man nicht direkt die Helligkeit einer einzelnen Farbe bestimmen kann und nur auf Umwegen (durch Einschaltung von Sättigungsstufen) eine farbige Fläche mit grauem oder weissem Carton zu vergleichen im Stande ist. Um Raum zu sparen, wurden die Resultate der an den rotirenden Scheiben angestellten Controlversuche mit den anderen w. u. tabellarisch zusammengezogen.

III. Elimination der Farbe durch verminderte Helligkeit. Ole Bull*), der u. a. auch nach der vorigen Methode seine äquivalenten Farben auf ihre gleiche Helligkeit prüfte, giebt noch ein anderes Controlverfahren an, das darin besteht, die betr. Farben in schmalen Streifen auf entsprechendes Grau (oder mit grauen Streifen auf schwarzen resp. weissen Grund) zu legen und durch die so stark verengerte Lidspalte zu betrachten, dass jeder Farbenunterschied fortfällt. Bei gleicher Helligkeit der Farbenstreifen und des Grau werden alsdann erstere verschwimmen (oder auf schwarzem resp. weissem Grunde als gleichhelle resp. gleichdunkle Streifen erscheinen). Dass diese Methode nur eine sehr beschränkte Anwendung zulässt, liegt auf der Hand. Auch sind diese Versuche zur quantitativen Bestimmung der Helligkeit vorliegender Farben, etwa durch Anwendung photometrisch bestimmter grauer Flächen, kaum geeignet, selbst wenn man ganz davon absieht, dass die relative Helligkeit der einzelnen Farbentöne sich bei abnehmender Beleuchtungsstärke in verschiedener Weise ändert. Es wäre also kein Vortheil, wollten wir, wie es auch geschehen ist, die Helligkeit des Beobachtungsraumes soweit herabsetzen, dass die Farben-

*) Bull: Arch. f. O. 1881, I. p. 96.

empfindung aufhört, und dann die gleichhell erscheinenden Flächen als auch bei normaler Helligkeit gleichhell betrachten!

Diese Methode ist daher zu Helligkeitsbestimmungen nicht zulässig.

IV. Verwechselungsfarben vollständig Farbenblinder. — Holmgren suchte sich gleichwerthige Farben zu verschaffen, indem er diejenigen auswählte, welche von den meisten Farbenblinden verwechselt wurden. Hierzu bemerkt nun Ole Bull (cit. pag. 138): „Dieses Verfahren „giebt uns wohl eine gewisse Garantie (?) dafür, dass „man complementäre (!) (und gleich helle) Farbentöne „erhält, aber eine Sicherheit dafür, dass die Wahl auch „gleich reine Töne trifft, kann dieselbe selbstverständlich „nicht bieten." — Unter den ca. 34 Farbengleichungen, welche ich mit Hilfe des Farbenmessers an 29 Personen (darunter 27 vollständig Roth-Grünblinde, ein Blau-Gelbblinder und ein total Farbenblinder) erhalten habe, befinden sich zufällig 4 Gleichungen für fast genau dasselbe Blaugrün (Grün-Ultramarin I 43,5pCt.)*) und Grau, sowie 3 für Purpur (Carmin-Ultramarin II 13pCt.), welche als gleich hell: Blau-Grün = Schwarz-Weiss 25pCt., 18pCt., 11pCt., 8pCt. und Purpur = Schwarz-Weiss 10pCt., 12pCt., 15pCt. bezeichneten, welche Verschiedenheit zeigt, dass dieselbe Farbe von verschiedenen Farbenblinden verschieden hell empfunden wird. Auch die Prüfung zweier total Farbenblinder (bei dem einen konnte keine Farbengleichung beobachtet werden, da der Apparat nicht zur Hand war) zeigte in der Reihenfolge der verwechselten und von den Untersuchten von hell nach dunkel geordneten Farben, keine genügende Uebereinstimmung, weder unter sich, noch mit dem von Landolt**) beobachteten Total-

*) Grün II - Ultramarin II 43,5 % heisst: 56,5 % grün II + 43,5 % ultramarin II.

**) Landolt: Achromat. totale. Arch. d'ophth. 1881, p. 114 ff.

farbenblinden, dessen Verwechselungsfarben ich genau studiren konnte, da Herr Dr. Landolt die Liebenswürdigkeit hatte, mir ein sorgfältig geordnetes Sortiment derselben zu übersenden, wofür ich demselben hiermit nochmals meinen Dank ausspreche! Wir ersehen aus dem obigen, dass die Verwechselungsfarben Farbenblinder nicht zur Bestimmung der relativen Helligkeit der Pigmentfarben benutzt werden können.

V. Die Schattenprobe. Diese zuerst von Lambert (1760) und Rumford beschriebene photometrische Methode hat Prof. Bertin-Sans*) in neuester Zeit vervollkommnet und zur Messung der Helligkeit des diffusen Tageslichtes in Schulräumen benutzt, indem er die Entfernung bestimmte, in welcher ein Carcelbrenner einen gerade noch wahrnehmbaren Schatten eines Eisendrahtes auf einen weissen Carton warf, der parallel zu diesem in 2 Cm. Entfernung befestigt war. Da bei directem Sonnenschein der Carcelbrenner auf 1 Cm. dem Draht genähert werden musste, so ist die Helligkeit des diffusen Tageslichtes, bei welchem die Lampe in der Entfernung e Cm, aufgestellt werden muss, $= \frac{1}{e^2}$, oder da Bertin-Sans die Helligkeit des Sonnenlichtes = 1,000,000 Lichteinheiten (luminies) setzt, so ist

$$h = \frac{1{,}000{,}000}{e^2}\ \mathrm{L}\ (\text{Luminies}).$$

Die Werthe von L können unmittelbar in der sehr brauchbaren beigefügten Tabelle aufgeschlagen werden.

Diese Methode habe ich nun für vorliegenden Zweck in der Weise modificirt**), dass ich für eine constante

*) Bertin-Sans: Le Problème de la myopie scolaire. Annales d'Hygiène, Janv.-Fevr. 1882.

**) Vergl. Plateau: Betrachtungen über ein von Talbot vorgeschlag. photometr. Princip. Pogg. Ann. 1835. XXXV, p. 458 ff.

Beleuchtung (diffuses Tageslicht) die Entfernung bestimmte, in welcher eine Stearinkerze (zu 4 auf's Pfund) einen Schatten auf weissen Carton und auf die anderen Pigmentflächen wirft. Da aber, wie schon Helmholtz *) betont, die Genauigkeit wesentlich gesteigert wird, wenn der Schatten durchbrochen ist und sich langsam bewegt, so benutzte ich als schattenwerfenden Körper einen Streifen von schwarzem, steifem Carton, der die in Fig. 5 Tafel I angegebene Gestalt hat. Der wesentlichste Theil daran ist ein Rahmen mit quadratischer Oeffnung (10 Mm. Seite), über welche in je 1 Mm. Abstand kreuzweise feine schwarze Fäden gespannt sind. Durch einen leichten Druck auf das andere Ende des Streifens dreht sich der Carton, fällt beim Loslassen in seine Stellung zurück und wird vom Faden (f) gehalten. An dem Ende eines 220 Cm. langen in Centimeter getheilten Stabes ist eine Federklemme befestigt, in welche die betreffenden Pigmente eingeklemmt werden (Figur 4, k). Der schattenwerfende Körper und der mit einem Index versehene Lichthalter sind auf dem Centimeterstabe leicht verschiebbar. Bei der Beobachtung wird das Licht durch Drehung der Rolle R aus der maximalen Entfernung so weit genähert, dass man, bei langsamer Bewegung des Schattens, bei demselben gerade die einzelnen durch das Gitter gebildeten Quadrate zählen kann; wenn das Auge sich in der Entfernung von 25 Cm. von der Fläche befindet. — Es sei die nöthige Entfernung der Lichtkerze beim weissen Carton $= E$ und beim zu vergleichenden grauen $= e$, so ist die Helligkeit des letzteren

$$h = \left(\frac{e}{E}\right)^2 = \frac{1}{\left(\frac{E}{e}\right)^2}, \text{ oder in Procenten } h = \frac{100 \cdot e^2}{E^2} \quad (3).$$

---

*) Helmholtz: Physiol. Optik. 1867. p. 228.

Um einen Massstab für die Brauchbarkeit der Schattenprobe zur Helligkeitsbestimmung farbloser Pigmentflächen zu gewinnen, wurde der Farbenmesser so aufgestellt, dass die rotirende Scheibe die Stelle des Schirmes einnahm. Gemessen wurde nun die Entfernung des Lichtes für eine Helligkeit der Scheibe von 100 pCt., 75 pCt., 50 pCt. und 25 pCt. Weiss (in der Mischung mit Schwarz).

Diese Prüfung ergab auch für andere graue und schwarze Pigmente recht gut stimmende Resultate, aber nur, wenn sämmtliche Flächen rotirten, da sonst die verschieden matte Oberfläche der einzelnen Papiere sehr störend wirkte.

h (eingestellt) =	100 % (Weiss)	75 %	50 %	25 %
Entfernung e . . =	90,1 Cm.	75,3 Cm.	61,4 Cm.	49,0 Cm.
h′ (berechnet $= \frac{100 \cdot (90,1)^2}{e^2}$) =	100 %	70,0 %	46,4 %	27,2 %
Differenz (h—h′)	—	+5 (1/15)	+3,6 (1/14)	—2,2 (1/11,4).

Wir sehen hieraus, dass wir vermittelst der Schattenprobe (an rotirenden Flächen) die Helligkeit farbloser Pigmente mit einer für die Praxis oft genügenden Genauigkeit finden können. Der Vorzug dieser Methode besteht in der einfachen und raschen Handhabung, sowie in der Möglichkeit, die Prüfung bei Tage anstellen zu können. Die Entfernung, in welcher auf weissem Carton der Schatten wahrgenommen wird, ist grossen Schwankungen ausgesetzt und muss bei grösseren Untersuchungsreihen in regelmässigen Intervallen von ca. 10 Minuten von Neuem bestimmt werden. —

Die Helligkeitsbestimmung farbiger Papiere giebt, wie bei den vorhergehenden Methoden, nur dann einiger-

massen brauchbare Resultate, wenn die verglichenen Flächen sich im Farbentone recht nahe stehen. Die Entfernung des Lichtes, in welcher der Schatten auf farbigen Flächen wahrgenommen wird, ist nicht nur abhängig von der Helligkeit, sondern auch in hohem Grade von der Farbe des betr. Pigmentes (und der des Schatten werfenden Lichtes).

Auf die Wiedergabe der sehr schwankenden Resultate verzichtend, bemerke ich bloss, dass die so erhaltene relative Helligkeit für Roth und Orange zu gross, und für Blau und Gelb (!) zu klein ausfiel. Auf gelbem Grunde erschien der Schatten sehr undeutlich; am schärfsten war derselbe auf dem Karmin zu erkennen.

VI. Spektroskopische Messung der homogenen Componenten. Dieser Weg ist bei der Analyse polychromatischen Lichtes bereits vielfach eingeschlagen worden, doch sind, wohl der Umständlichkeit dieser Methode wegen, Helligkeitsbestimmungen von Pigmentfarben kaum angestellt, mir wenigstens nicht bekannt.

Soll eine solche Analyse praktisch brauchbar sein, so muss sie leicht wiederholt und controlirt werden können. Wir müssen uns daher auf eine möglichst geringe Anzahl von Componenten beschränken.

Crova *) wollte den mittleren (grünen) Theil des Spektrums als Mass der Helligkeit des betr. Lichtes betrachtet wissen. Perry **) nahm zwei Töne heraus: Roth und Grün, die er durch entsprechend gefärbtes Glas isolirte. Vogel ***) mass 7 homogene Componenten (und hat auch gelegentlich die Lichtstärke dieser Componenten

*) Crova: Comptes rendues. 1881. XCIII, p. 512—513. — (Vergl. Beiblätter zu Wiedemann's Ann. 1881, p. 867.)

**) Perry (deutsch von Weinhold); Die zukünftige Entwickelung der Elektrotechnik. Leipzig 1882.

***) Vogel: Resultate spektral-photometrischer Untersuchgn.— Berl. Monatsber. 1880, p. 801—811. (Vergl. Beiblätter zu Wiedemann's Ann. 1881, p. 286—288.)

für rothen Ziegelstein, Dolerit, gelben Sand und Lehm, Ackererde etc. bestimmt). Andere Forscher haben 8 und mehr homogene Componenten gemessen und auch darauf hingewiesen, dass die Summe der Componenten einen Massstab abgäbe für die Helligkeit des betr. Lichtes, ohne jedoch hierauf Gewicht zu legen. (Vergl. w. u. Formel 5).

Meine in Tabelle A mitgetheilten quantitativen Bestimmungen unterscheiden sich nun dadurch von denen Anderer, dass ich für jede der beobachteten 6 homogenen Componenten die Helligkeit bei dem in gleicher Weise beleuchteten weissen Carton = 100 setzte. Es lässt sich daher erwarten, dass das arithmetische Mittel aus den gemessenen Componenten nahezu der relativen Helligkeit der beobachteten Pigmentfarbe entsprechen werde. Dass dieses nun thatsächlich der Fall ist, zeigten die Controlbestimmungen nach anderen Methoden.

Tabelle C. Helligkeit farbloser Pigmentflächen.

No.	Pigment	I. Aubert's Meth. Helligkeit		II. rotirende Scheiben a schw. Sammt		II. b Frisch geschw. C.		III. Schattenprobe Entf.	III. Helligk.		IV. [illegible]
		h	% W.	h	% W.	h'	% W.	e	h	% W	% W.
								Cm.			
1	Reinweissen Carton	1	100	1	100	1	100	120	1	100	10
2	Neutralgrau (Silbergrau)	1/3—1/4 (?)	33 (25)	1/2,94	34,0	1/3,08	32,5	69	1/3	33,1	31.1
3	Bull's Neutralgrau	—	—	1/5,8	17,1	1/6,06	16,5	55?	1/4,7	21,0	14.4
4	Matterschw. Carton	1/28—1/55	3,6 (1,8)	1/24,5	4,1	1/26,6	3,9	27?	1/20	5,0	3,6
5	Frisch geschwärzt. Carton	1/180 —1/240?	0,55(41)	1/167	0,6	—	0	9,9	1/156	0,64	0
6	Schwärzester Sammt	1/300 —1/480	0,003(2)	—	0	—	—	6,0	1/400	0,002	—

Die Ziffern in der Klammer (Colonne I.) bedeuten die entsprechende Ziffern für den zweiten Grenzwerth, wobei die Nullen fortgelassen sind (in No. 5 u. 6).

Da die am meisten Vertrauen verdienende Helligkeitsbestimmung an den rotirenden Scheiben für meinen frisch geschwärzten Carton im Mittel aus 10 Beobachtungen eine Helligkeit von $\frac{1}{167} = 0{,}6$ pCt. des reinweissen Cartons ergab, so glaube ich diesen Werth als zuverlässig betrachten zu dürfen. Doch muss ich ausdrücklich betonen, dass ich diese geringe Helligkeit nur dann erhielt, wenn sorgfältigst alles Seitenlicht (das einen Reflex auf der etwas spiegelnden Fläche hätte hervorrufen können) ausgeschlossen war, und wenn die Visirlinie mit der auffallenden Beleuchtung auf derselben Seite der zur beobachteten Fläche gedachten Normalen sich befand. In jeder anderen Stellung erhielt ich höhere Helligkeitswerthe. Ich glaube daher, dass selbst das schwärzeste, frisch bereitete Papier, in einem Beobachtungsraume frei hängend, im Minimum eine Helligkeit von 1 pCt. $\left(\frac{1}{100}\right)$ des reinweissen Bristolcartons hat!

Auffallend ist die am Spektroskop erhaltene geringe Helligkeit für das Bull'sche Neutral-grau. (Differenz $= -2{,}1$, bezogen auf denselben schwarzen Carton; also $\frac{1}{7}$ h!)

Die Helligkeitswerthe der ersten Methode sind (mit Ausnahme des Silbergrau) relativ zu klein; die der Schattenprobe für die grauen Pigmente zu gross, doch ist dieses Ergebniss nicht constant, sondern kann sich bei den schwankenden Resultaten dieser Methoden auch umkehren.

Die Bestimmung der Helligkeit farbiger Papiere ergab nur nach zwei Methoden befriedigende, d. h. bei verschiedenen Beobachtungsreihen genügend übereinstimmende Resultate, nämlich 1. die successive Helligkeits-

bestimmung einer geschlossenen Reihe von Pigmentfarben am Farbenkreisel und 2. die Berechnung des arithmetischen Mittels aus den spektroskopisch gemessenen homogenen Componenten. — Da wir jede Pigmentfarbe als eine Mischfarbe ihrer homogenen Componenten ansehen dürfen, so ist die spektroskopische Methode der Helligkeitsbestimmung von Pigmentfarben (für eine genügende Anzahl von Componenten) durchaus zulässig, wenn wir die Gültigkeit des Grassmann'schen Satzes*), „dass die gesammte Lichtintensität einer Mischfarbe gleich ist der Summe aus den Intensitäten der gemischten Lichter", anerkennen. Da nun meine bezüglichen Helligkeitsbestimmungen von Mischfarben (insbesondere der durch Mischung von Gegenfarben entstehenden farblosen „Neutralen") dem Grassmann'schen Gesetze entsprachen, so versuchte ich auch, wenn die Helligkeit der einen complementären Componente bestimmt worden war, die Helligkeit der Gegenfarbe aus der bekannten Helligkeit der complementären Farbe und der leicht zu bestimmenden farblosen Neutralen zu berechnen, was auch nach Wunsch gelang und eine Controle abgab für die Güte der successiven Helligkeitsbestimmungen am Farbenkreisel.

Es sei die gegebene Helligkeit zweier, im Verhältniss von m_1 und m_2 gemischter Componenten h_1 und h_2, so ist die Helligkeit der Mischfarbe:

$$h_M = \frac{m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2}{m_1 + m_2};$$

allgemein f. n Comp. $\left.\right\}$ $$h_M = \frac{(m_1 \cdot h_1 + m_2 \cdot h_2 + \ldots + m_n \cdot h_n)}{(m_1 + m_2 + \ldots\ldots + m_n)} \quad (5).$$

Ist nun die Helligkeit der einen Componente (h_1) und der Mischfarbe (h_M) gefunden, so ergiebt sich ohne weiteres als Helligkeit der 2 Componente

*) Grassmann: Zur Theorie der Farbenmischung. Pogg. Ann. 1853. Bd. 89, p. 82.

$$h_2 = \frac{(m_1 + m_2) \,.\, h_M - m_1 \,.\, h_1}{m_2} \quad . \; . \; . \; (6).$$

Bestimmen wir den Zusatz der Componente in Procenten, also ist $m_1 + m_2 = 100$, mithin $m_1 = 100 - m_2$, so nimmt der Werth von h_2 folgende Form an:

$$h_2 = \frac{100 \,.\, h_M - (100 - m_2) h_1}{m_2} = \frac{100 (h_M - h_1) + m_2 \,.\, h_1}{m_2} \quad (6^a).$$

So fand ich für Gelb (pikrins. Na) von der Helligkeit $h_1 = 50{,}2$ pCt. W., und der Helligkeit der farblosen Mischung ($h_M = 30{,}0$ pCt. W.) mit Ultramarin II ($h = x$) als äquivalent

38 % Gelb (h_1) + 62 % Blau (x) = 100 Grau ($h_M = 30$),

also $38 \times 50{,}2 + 62\,x = 100 \times 30$,

mithin $x = \frac{100 \times 30 - 38 \times 50{,}2}{62} = 25{,}7$ als Helligkeit des Ultramarin II, welche Zahl zufällig fast genau mit dem direct (spektroskopisch) gefundenen Werthe ($h_2 = 25{,}5$) übereinstimmt.

Bei der Helligkeitsbestimmung der Pigmentfarben (s. f. Tabelle D) wurde, zur besseren Vergleichbarkeit, derselbe frisch geschwärzte Carton benutzt, wie zu der quantitativen Analyse (Tabelle A). Die Helligkeit desselben kann umsomehr vernachlässigt werden, als wir die Helligkeit der farbigen Papiere überhaupt nicht auf die einzelnen Procente genau bestimmen können, und selbst für das dunkelste Pigment, z. B. Purpur-violett ($h = 17{,}7$; Tabelle A, No. 43) die Differenz mit der absoluten Helligkeit ($h' = 17{,}7 + \frac{82{,}3}{167} = 18{,}2$) bloss 0,5 beträgt (oder wenn wir die Helligkeit des schwarzen Cartons sogar $= \frac{1}{83}$ setzen, nur auf 1 pCt. steigt).

In der Beobachtungsreihe pag. 32 sind die relativen Helligkeitswerthe für eine Reihe von Pigmentfarben zusammengestellt. Bei der Untersuchung am Farbenkreisel wurden

36 Farben des oben erwähnten Farbenkreises eingeschaltet. In der Tabelle fehlen aber Zwischenwerthe; es wurde daher die Helligkeit der betr. Farben auf die angegebenen Nachbarfarben reducirt.

Bei drei farbigen Papieren, Purpur II, Karmin und Grün II, bestimmte ich die Helligkeit am Farbenkreisel durch Einschaltung von je 5 Sättigungsstufen. Da hierbei die Helligkeit des Grün II (bläulich grünem Heidelberger Blumenpapier) der betr. spektroskopisch gefundenen Helligkeit am nächsten kam, indem die Differenz nur 1,5 betrug, so wählte ich das Grün II zur Ausgangsfarbe bei der successiven Helligkeitsbestimmung der Farben des erwähnten Farbenkreises. In der I. Beobachtungsreihe wurde die Helligkeit der brechbaren, in der II. Reihe die der weniger brechbaren bestimmt bis zu dem complementären Purpur II, dessen Helligkeit nach 3 Methoden (spektroskopisch, durch Sättigungsstufen und durch Bestimmung der neutralen Mischfarbe nach Formel 6) gefunden worden war und mit den berechneten Werthen der beiden Beobachtungsreihen genügend übereinstimmte.

Gemessen wurde der Procentsatz der helleren Farbe in der Mischung mit Schwarz (h = 0), der nöthig war, um dieselbe Helligkeit zu erzeugen, welche die benachbarte Farbe hatte.

Es sei z. B. beobachtet

100 % Grün-blau = 67 % Grün II (h = 33,0) + 23 % Schwarz (h = 0),

so ist (da h beim Schwarz = 0)

100 % Grün-blau = 67 × 33, also h (Grünblau) = 22,1.

Da der Zusatz Schwarz, bei p % Farbe, immer = (100 — p) pCt. sein muss, so können wir ihn ganz fortlassen (indem die dunklere Farbe ohnedies durch den Coefficienten 100 genügend markirt ist).

I. Beobachtungsreihe.

a) 100 Grün-Blau = 67 Grün II . . . (h = 33),
b) 68 Cobalt = 100 Grün-blau . . . . . [22,1],
c) 100 Ultramarin II = 82 Cobalt . . . [32,5],
d) 100 Violet = 80 Ultramarin . . . . [26,7],
e) 73 Violet-purpur III = 100 Violet . . [21,4],
f) 92 Purpur II = 100 Violet-purpur III . [29,7].
[Purpur II (aus f) = 31,8.]

II. Beobachtungsreihe.

a) 77 Gelb-grün = 100 Grün II . . . (h = 33),
b) 80 Pikrs. Na = 100 Gelb-grün . . . . [43,0],
c) 100 dunkel Chromgelb = 70 pikrs. Na . [54,2],
d) 90 Orange-roth = 100 dunkel Chromgelb [37,9],
e) 100 Scharlach = 66 Orange-roth . . . [42,1],
f) 100 Karmin = 69 Scharlach . . . . . [27,8],
g) 65 Purpur II = 100 Karmin . . . . [19,2].
[Purpur II = 29,7 (aus g).]

Für Purpur II wurden folgende Helligkeitswerthe erhalten:

1. Durch Benutzung von Sättigungsstufen $h_1 = 28{,}9$; 2. durch Bestimmung der Helligkeit der neutralen Mischfarbe mit Grün II (dessen h im Mittel = 32,3 gefunden wurde) $h_2 = 31{,}2$; 3. spektroskopisch $h_3 = 32{,}6$ und 4. im Mittel aus den obigen beiden Beobachtungsreihen $h_4 = 30{,}3$. Die grösste Schwankung (32,6 — 28,9 = 3,5) beträgt etwa $^1/_{10}$ der beobachteten Grösse.

[Rood*) hat gleichfalls die Helligkeit von rothem (mit Cochenille gefärbtem) und genau complementärem blaugrünem Papier am Farbenkreisel mit einem = 100

*) O. N. Rood: Photometrische Vergleichung von Licht von verschiedenen Farben. (Sill. J. 1878 XV. (3), p. 81—82. — Vergl. Beiblätter zu Wiedemann's Ann. d. Physik und Chemie. 1879. p. 805.)

gesetzten weissen Kartenblatte verglichen. Da er direct das farbige Papier mit dem resultirenden Grau der schwarz-weissen Scheibe verglich, durften die von ihm gefundenen Werthe (r = 23,8, blgr = 26,56) kaum Anspruch auf Genauigkeit haben.]

Tabelle D. Helligkeit farbiger Papiere.
(Reinweisser Carton = 100.)

No.	Pigment	Spektroskopisch	An rotir. Scheiben	Differenz
1	Carmin (No. 2, Tab. A) . .	20,0	19,2	+ 0,8
2	Scharlach (3)	26,9	27,8	— 0,9
3	Orange-Roth (57)	40,8	42,1	— 1,3
4	Dunkel Chromgelb	37,7	37,9	— 0,2
5	Gelb, Pikrs. Na. (20) . . .	50,2	54,2	— 4,0
6	Gelb-grün (22)	41,7	43,0	— 1,7
7	Grün II (25)	31,0	33,0	— 1,5
8	Grün-Blau (No. 31, Tab. A) .	21,4	22,1	— 0,7
9	Cobalt. Pariser Blumenp. (35)	31,8	32,5	— 0,7
10	Ultramarin II (38)	25,5	26,7	— 1,2
11	Violet II (42)	19,4	21,4	— 2,0
12	Violet-purpur (48)	26,1	29,7	— 3,6
13	Purpur II (50)	32,6	30,3	+ 2,3
14	Neutralgrau (56)	31,2	32,5	— 1,3

Die Differenz beträgt im Durchschnitt 1,6, was etwa $1/12$—$1/25$ der betr. Grössen ausmacht.

Die Uebereinstimmung der Resultate beider Methoden ist (in Anbetracht der bei Helligkeitsvergleichungen verschiedenfarbiger Objecte herrschenden Unsicherheit) eine genügende zu nennen. Da nun die spektroskopische Helligkeitsbestimmung für 6 Componenten sich rascher ausführen lässt als eine successive Helligkeitsvergleichung einer Reihe von Pigmentflächen am Farbenkreisel, und auch — was für die Praxis gewiss von Wichtigkeit ist — für ein einzelnes Pigment von nur 1 Quadratcentimeter Fläche

anwendbar ist, so dürfen wir sagen: Für die Praxis ist die Helligkeitsbestimmung farbiger Papiere durch die spektroskopische Messung der relativen Helligkeit von 6 homogenen Componenten (die im Gitterspectrum möglichst gleichmässig vertheilt sind) zu empfehlen.

Ist die relative Helligkeit der einzelnen Componenten (verglichen mit den entsprechenden Componenten beim weissen Carton) $= C_1, C_2, \ldots . C_6$, so ist die Helligkeit des betreffenden farbigen Papieres

$$\left.\begin{array}{c} h = \frac{1}{6}(C_1 + C_2 + \ldots + C_6) \\ \text{oder allgemein} \\ h = \frac{1}{n}\sum_1^n C_n, \text{ wo } n \overline{\overline{>}}\, 6 \text{ zu wählen ist.} \end{array}\right\} \ldots (7).$$

Da eine Reihe brauchbarer farbiger Papiere, wie Scharlach, (Orangeroth), Grün II, (auch gelblich-grünes Heidelberger Blumenpapier), Cobaltblau (Pariser Blumenpapier), Ultramarin I, und Purpur II nahezu dieselbe Helligkeit besitzen, wie das sehr brauchbare Neutralgrau (dunkles Silbergrau), so können wir bei diffusem Tageslicht ohne störende Fehler die Sättigungsstufen dieser Farben unmittelbar zu quantitativen Prüfungen des Farbensinnes benutzen. Um jedoch die Resultate vergleichbar zu machen, müssen wir die specifisch farbige Intensität, die chromatische Valenz der Pigmente, mit berücksichtigen. Diese zu bestimmen, muss jetzt unsere Aufgabe sein!

III. Chromatische Valenz der Pigmentfarben.

Die quantitative spektroskopische Analyse der Pigmentfarben giebt uns zwar, wie wir gesehen haben, ein Mittel an die Hand, um die spektroskopische Reinheit des be-

treffenden Pigmentes zu bestimmen*), doch können wir aus dem relativen Verhältniss der homogenen Componenten die specifisch farbige Kraft, die chromatische Valenz, der Pigmentfarben nur durch umständliche Rechnungen resp. Constructionen (s. w. u.) finden. Der Werth dieser zeitraubenden Bestimmungen wird nun wesentlich durch den Umstand verringert, dass Schwankungen in der Beleuchtung das relative Verhältniss der Componenten bedeutend ändern können.

Eine directe Methode, die Farbenvalenzen zu finden, liefert dem Anscheine nach die Donders'sche Methode der Messung des minimalen Gesichtswinkels, unter welchem Farbenflächen farbig (resp. im richtigen Farbentone) erscheinen, vorausgesetzt, dass die Beobachter einen normalen Farbensinn und eine normale Sehschärfe besitzen. — Hierbei wirkt jedoch die differente Helligkeit der Pigmentfarben, sowie die noch nicht genügend untersuchte Tonveränderung kleiner Objecte bei der Entfernung sehr störend auf das Resultat. Selbst mit Bull's fast genau gleich hellen aequivalenten Farben (die ich in Quadraten von 2 Mm., 5 Mm. und 10 Mm. Seitenlänge auf schwarzem, weissem und (Bull'schem) neutralgrauem Grunde anwandte), erhielt ich bei den einzelnen Beobachtern und bei verschiedenen Beobachtungsreihen so differente Resultate für die einzelnen Farben**), dass eine Aequivalenz der Bull'schen Farben fraglich erschien, während dieselbe nach einer direkten Methode leicht nachgewiesen werden konnte. Dass nun Messungen des minimalen Gesichtswinkels bei ungleich hellen und nicht äquivalenten Farben noch

---

*) Eine zur qualitativen Abschätzung der Reinheit vorliegender Pigmente sehr handliche und für viele Zwecke brauchbare Methode der spektroskopischen Analyse der Pigmente hat Aubert (Physiol. Optik. 1876. p. 523) angegeben.

**) Auch die Messung des minimalen Sättigungsgrades ergab zu bedeutende individuelle Schwankungen.

schwankendere Resultate geben müssen, liegt auf der Hand. Diese Methode ist mithin zur Valenzbestimmung von Pigmentfarben nicht geeignet.

Die rotirenden Scheiben geben uns die Möglichkeit, die Neutrale complementärer Pigmentfarben durch Mischung zu erhalten. Eine praktische Verwerthung scheint diese Methode erst durch Ole Bull*) und mich**) und zwar gleichzeitig, gefunden zu haben. Bull stellte auf diese Weise äquivalente Farben her, indem er die Gegenfarben so lange (durch Zusatz von neutralem Grau zur stärkeren Farbe) änderte, bis gleiche Mengen derselben eine farblose Neutrale gaben. Ich hatte dagegen die Aequivalenzbestimmung beliebiger Pigmentfarben im Auge. Zu diesem Zwecke ersetzte ich die höchst unbequemen und zeitraubenden Farbenscheiben durch auf die Kegelstumpfe meines Farbenmessers zu stülpende Farbenmäntel (Fig. 3), bei welchen die beiden zu mischenden Farben continuirlich alle möglichen Mischfarben gleichzeitig zeigen.

Da jede beliebige Mischfarbe isolirt, und der Procentsatz der Componenten während der Rotation abgelesen werden kann***), so nimmt bei Gegenfarben das Aufsuchen der Neutralen nur wenige Minuten in Anspruch.

Es ist ohne Weiteres einleuchtend, dass die chromatischen Valenzen der Pigmentfarben umgekehrt proportional den Mengen sein müssen, in welchen sie gemischt sich äquivalent sind, d. h. bei Gegenfarben eine farblose Mischung geben. Notiren wir, der Einfachheit

---

*) Ole Bull: Graefe's Arch. f. Ophth. 1881, I., p. 94 ff.

**) Geometr. Darst. d. Farbenbl. Petersburg 1881, p. 27—28. Vergl. p. 24 u. pag. 61—62.

***) Da mein Farbenmesser (Fig. 1a, Tafel I) bereits in obiger Monographie und neuerdings im Knapp-Schweigger'schen Arch. f. A. 1883, I. p. 61 eingehend beschrieben worden ist, so wird im Folgenden nur das recapitulirt werden, was des Zusammenhanges wegen nothwendig ist.

halten bei zwei Componenten nur den Procentsatz der brechbareren Farbe, so ergiebt sich aus der Gleichung*):

$$\text{Gelb (blau } p\text{)} = \text{Grün [illegible] } (100 - p) \text{ Gelb} - p \text{ blau} = \text{grün},$$

wenn wir die Valenz des Gelb bezogen auf eine beliebige Farbe mit $V_{g,x}$ bezeichnen.

$$\text{Valenz (Gelb : Blau)} = \frac{p}{100 - p} = V_{g\,b};$$

$$\left(\text{resp. } V_{b\,g} = \frac{1}{V_{g\,b}} = \frac{100 - p}{p}\right) \quad \ldots\ldots \quad (2).$$

Zum Maassstab der chromatischen Valenz der Pigmentfarben nehmen wir das leicht in constanter Güte zu beschaffende Grün II (Scheele'sches Grün, käuflich grünes Heidelberger Blumenpapier).

Finden wir nun auf irgend eine Weise die auf Grün II bezogene Normalvalenz des Gelb (die wir einfach mit V_g bezeichnen wollen), so ergiebt sich hieraus die gesuchte Normalvalenz des Blau:

$$V_b = V_{b,g} \times V_g \text{ oder } = \frac{V_g}{V_{g\,b}} \quad \ldots\ldots \quad (3).$$

Die Bestimmung der Valenz von Gegenfarben hat keine Schwierigkeit. Je näher aber die beiden Componenten im Farbenkreise stehen, um so grösser ist die chromatische Valenz der Neutralen. Für Farben, deren Abstand geringer ist als 90°, liefert die direkte Bestimmung der Neutralen kein brauchbares Resultat, auch wenn man die von mir**) angegebenen Hilfsmittel anwendet. Daher

---

*) Bei zweifarbigen Mänteln sind stets die Dreiecke, welche der brechbareren Farbe entsprechen, mit der Basis zum spitzeren Ende des Kegelstumpfes geklebt. Da die Skale vom stumpferen zum spitzeren Ende des Componenten zu nummerirt ist, so zeigt der Index des Diaphragmenschiebers unmittelbar den Procentsatz (p) der brechbareren Farbe an. (Bei den zur quantitativen Prüfung des Farbensinnes dienenden grau-farbigen Mänteln, den Zusatz der Farbe, also den Sättigungsgrad.)

**) Knapp's Arch. 1883, XIII. 2, pag. 70.

gebe ich im Folgenden einen neuen, von mir erprobten Weg an, der indirekt, aber sicherer zum Ziele führt.

Es sei gesucht die Normalvalenz des Gelb (pikrs. Na), also bezogen auf Grün II. (Ein gelb-grüner Mantel liefert so allmälige Uebergänge, dass an eine genaue Einstellung der neutralen Mittelfarbe (gelb-grün) nicht zu denken ist.) Bekleben wir nun zwei Farbenmäntel oben mit Purpur-Violet, das der Mischfarbe von Gelb und Grün (Grüngelb, bei Anwendung von pikrins. Na) nahezu complementär ist, und die mit der Basis nach unten gerichteten Dreiecke (Fig. 3) bei dem einen Mantel gelb, bei dem anderen grün, so ist die Neutrale beim gelb-purpurvioleten und beim grün-purpurvioleten Mantel genügend farblos, um die Lage derselben mit Leichtigkeit beobachten zu können. Wir lesen ab: a) Die Stellung, wo die brechbarere, b) wo die weniger brechbare Farbe anfängt zu prävaliren, und c) die Lage der Neutralen.

Ist das Mittel $\frac{a+b}{2} = m$ (welches im Allgemeinen nahezu $= c$ ist), so ist die Lage der Neutralen $n = \frac{m+c}{2}$ . . . . (a).

Im gegebenen Falle ist für diffuses Tageslicht

$$\left.\begin{aligned} \text{Valenz (gelb/purpurviolet)} &= \frac{n_1}{100-n_1} \\ &= V'_{g\,(p\,v.)} = \frac{64{,}0}{36{,}0} = 1{,}778 \\ \text{Valenz (grün II/purp.-viol.)} &= \frac{n_2}{100-n_2} \\ &= V'_{gr\,(p.v.)} = \frac{63{,}0}{37{,}0} = 1{,}702 \end{aligned}\right\} \quad \text{(b),}$$

mithin die gesuchte Normalvalenz des Gelb:

$$\text{Valenz (gelb/grün II)} = V_g = \frac{V'_{g\,(p.v.)}}{V'_{gr\,(p.v.)}}$$

$$= \frac{1{,}778}{1{,}720} = 1{,}040 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad \text{(c)}$$

oder, wenn wir die Valenz des Purpur-violet,

$V_{pv} = \frac{37}{63} = 0{,}586$, bereits berechnet haben,

$$V_g = V'_{g(p.v.)} \times V_{p.v} = 1{,}778 \times 0{,}587$$
$$\doteq 1{,}04 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (c_1).$$

Setzen wir (wie in der folg. Tabelle F) die Valenz des Grün II = 100, so ist $V_g = 104$.*)

Dieses Beispiel wird genügen, um zu zeigen, dass wir die chromatische Valenz beliebiger Pigmentfarben**) rasch und leicht finden können.

Mit dem Grün II (bläulich-grünem Heidelberger Blumenpapier) können wir folgende Pigmentfarben direkt vergleichen, und zwar in absteigender Linie: Purpurroth; Purpur und Carmin; Violet-purpur und Scharlach; Purpur-violet und Orange-roth. Mit dem Gelb (pikrs. Na oder Heidelberger Blumenpapier, nicht aber Chromgelb): Ultramarin; Violetblau und Cobaltblau; Violetblau und Grünlich-blau u. s. w. — Diese beiden Pigmente (Grün II

---

*) Diese hohe Intensität des Gelb konnte ich nur durch pikrinsaures Natron (das auch Albert empfiehlt) erzielen. Dünnes, möglichst feinkörniges Zeichenpapier habe ich vermittelst eines Ballens Watte mit einer gesättigten, neutralen, wässerigen Lösung von pikrinsaurem Natron gleichmässig bestrichen (was nach dem Trocknen wiederholt wurde). Das (in nicht zu grellem Lichte) langsam getrocknete Papier wurde (vermittelst Watte) mit gepulvertem pikrinsaurem Natron und Robertson'schem Medium zusammen eingerieben. Der leichte Glanz der so behandelten Papierfläche verschwand beim Eintrocknen völlig. Durch wiederholtes Einreiben wird das Papier dunkler und verliert den zuerst auftretenden grünlichen Schimmer gänzlich.

**) Wie ich es selbst erprobt habe, lassen sich farbige Zeuge und Fäden genügend glatt und fest auf dünnes Papier leimen. um die ausgeschnittenen Dreiecke auf die Farbenmäntel kleben zu können. Bei Benutzung von Seidenzeug kann man sehr intensive Mischfarben erhalten.

Die Valenzbestimmung farbiger Stoffe dürfte für die Physiologie der Farben in Bezug auf Kunstgewerbe von einigem Interesse sein. D. Verf.

und Gelb) und ihre Gegenfarben genügen, um die chromatische Valenz beliebiger farbiger Papiere zu bestimmen, wenn wir uns in der angegebenen Weise der Mischfarben bedienen. Die continuirlichen Farbenübergänge am Farbenmesser sind hierzu sehr bequem, da die Bestimmung der Farbengleichungen nur wenige Minuten in Anspruch nimmt. Um mit den sehr zeitraubenden Farbenscheiben rascher zum Ziele zu kommen, kann man Scheiben von ca. 7 Cm. Radius benutzen, die, wie Fig. 7 zeigt (von dem Schlitz an) ausgeschnittene Sectoren von 1 Cm. Länge haben, von denen jeder folgende äussere um 2 pCt. breiter als der vorhergehende ist. Bei der Rotation entstehen so fünf äquidistante Stufen der Mischfarbe. Ist der mittlere Ring farblos, so müssen die benachbarten Ringe einen Schimmer der betreffenden Componenten zeigen. Dieses Kriterium ist genügend genau, um die Neutrale finden zu können.

Tabelle E. Lage der Neutralen bei verschiedener Beleuchtung.

No.	Farbenpaare	I. Diffuses Tagesl.	II. Magnes. Licht	III. Elektr. Glühlicht	IV. Gaslicht	V. Lampenlicht	VI. Stearinkerzenl.
1	Scharlach / Blaugrün (4 grün II + 3 ultr. I)	63,0	64,5	67,7	69,7	70,2	72,5
2	Gelb (p. Na/Ultram. I.	62,0	60,0	67,2	69,0	69,9	70,5
3	Grün II / Violetpurp.	59,1	—	57,0	55,5	54,5	52,2
4	Purpur II / Grün II .	50,0	52,3	55,6	56,0	56,9	58,0
5	Carmin / Grün II . .	46,7	47,1	50,5	54,5	56,5	57,0
6	Scharlach / Grün II .	50,5	—	56,2	59,5	60,5	62,4
7	Roth-orange / Grün II	58,5	—	60,8	63,5	66,0	67,0
8	Grün II / Purp.-violet (Mischf. 1 carm. + 1 ultr. II)	63,0	60,5	63,5	64,7	64,8	66,5
9	Gelb (p. Na) / Purpurviolet	64,0	62,0	66,9	68,4	69,4	71,0

Tabelle F. Chromatische Valenz farbiger Papiere bei verschiedener Beleuchtung.

(Grün II = 100 gesetzt.)

Die für künstliche Beleuchtung angegebenen Werthe No. 16—24 haben ein geringeres Gewicht.

No.	Pigment	I. Diffuses Tageslicht	II. Magnesiumlicht	III. Elektr. Glühlicht	IV. Gaslicht	V. (Petrol.)-Lampenlicht	VI. Stearinkerzenlicht	Reducirte Helligkeit bei diffusem Tageslicht. Neutralgrau (h = 32,5) = 0	No.
1	Violet-Purpur (Heidelberger Blumenpapier)	69,2	—	75,4	80,4	83,1	93,6	— 4,6	1
2	Carmin (Heidelberger Blumenpapier)	87,6	88,9	102,7	119,7	127,6	132,5	— 12,9	2
3	Scharlach (Heidelberger Blumenpapier)	102,0	108,7	128,3	147,0	153,4	166,3	— 5,1	3
4	Roth-Orange (No. 57, Tab. A). .	140,5	—	153,4	174,0	193,5	203,0	+ 8,6	4
5	Helles Chromgelb (Oelf.) . . .	87,9	—	89,5	90,8	94,2	101,7	+ 16,4	5
6	Gelb (pikrins. Na)	104,0	102,6	116,2	118,6	122,0	123,1	+ 19,7	6
7	Gelb (Pariser Blumenpapier) . .	102,3	—	111,8 (?)	115,9	117,4	119,3 (?)	+ 27,5	7
8	Gelblichgrün (Heid. Blmp.)*) . .	98,2	—	—	105,9	108,0	116,0	— 1,0	8

9	Grün II (Heidelberger Blumenpapier)		100	100	100	100	100	100	— 0,5	9
10	Blau-Grün (Mischf. 1:1)		49,5	48,0	46,0	42,3	41,0	35,2	— 2,5	10
11	Ultramarin I		63,7	68,4	56,7	53,3	52,2	51,7	— 3,7	11
12	Ultramarin II (Heidelb. Blmp.)		62,8	—	56,3	53,2	52,9	56,9	— 7,5	12
13	Violet II (Heidelb. Blumenpapier)		62,8	68,0	52,6	48,1	47,4	43,9	— 12,1	13
14	Purpur violet (Mischf. 1:1)		58,7	65,3	57,2	54,6	54,8	55,0	— 12,5	14
15	Purpur II, D	Eigene Farbensättigungstafel	100,0	109,7	125,2	127,3	130,1	138,1 (?)	— 1,0	15
16	Zinnober, B	Eigene Farbensättigungstafel	88,0	—	99,9	104,0	112,7	117,0	— 5,3	16
17	Orange, G	Eigene Farbensättigungstafel	90,1	—	103,6	113,8	115,6	120,1	+ 4,5	17
18	Gelb, J	Eigene Farbensättigungstafel	86,5	—	88,7	90,1	101,4	108,7 (?)	+ 13,5	18
19	Grün, G	Eigene Farbensättigungstafel	64 1	—	60,0	58,4	58,9	52,4	— 5,3	19
20	Blau, H	Eigene Farbensättigungstafel	46,2	—	41,1	38,7	38,1	37,8	— 6,2	20
21	Roth	Bull's Tafel (entspr. No. 18)	33,3	—	39,2	40,9	42,8	45,6	— 15,8	21
22	Orange	Bull's Tafel (entspr. No. 18)	35,0	—	40,8	42,7	44,5	45,2	— 15,1	22
23	Grün	Bull's Tafel (entspr. No. 18)	30,2	—	27,9	25,9	25,0	21,1	— 18,6	23
24	Blau	Bull's Tafel (entspr. No. 18)	32,8	—	25,3	23,4	22,8	20,0	— 18,5	24
	Anzahl der Beobachtungsreihen		10	2	3	3	4	5	bei künstl. Beleuchtung II—VI für No. 1—13 incl. (Bei den and. je 2.)	

*) Nachträglich mit einem Sortiment echter Heidelberger Blumenpapiere durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. H. Cohn erhalten.

Der Liebenswürdigkeit der Herren Siemens & Halske verdanke ich die Möglichkeit, in ihrer Werkstatt (in Petersburg) Untersuchungen bei elektrischer Beleuchtung anstellen zu können. Hiermit sage ich genannten Herren nochmals meinen Dank!

Ehe wir den Einfluss der Beleuchtungsqualität auf die Valenz der Pigmentfarben untersuchen, wollen wir den Begriff der chromatischen Valenz definiren *):

Unter der chromatischen Valenz einer Pigmentfarbe (bei gegebener Beleuchtung) wollen wir die Resultante der als Kräfte auf den Mittelpunkt des Farbenkreises wirkenden homogenen Componenten verstehen.

Drücken wir die Intensität der homogenen Componenten durch Linien aus, so entspricht die Valenz $V = 0$ dem reinen Grau. Zur Bestimmung der chromatischen Valenz von Mischfarben, oder der Veränderung der Valenz eines gegebenen Pigments bei veränderter Beleuchtung ist es nothwendig, den Ort der entsprechenden homogenen Farbe im Farbenkreise angeben zu können. Ich habe bereits früher einen Farbenkreis zu berechnen gesucht **), indem ich von $\lambda = 656{,}1^{\mu}$ (B) bis $\lambda = 492{,}3^{\mu}$ (Zn) die Farben proportional der Wellenlänge auf den Halbkreis vertheilte. (Es kommt mithin auf 1^{0} des Farbenkreises $0{,}9072\ (72)^{\mu}$ . . .) ***) — Die complementären Farben wurden, mit Zuhilfenahme der Helmholtz'schen Beob-

---

*) Von mir früher (Knapp-Schweigger's Arch. f. A. 1883, p. 67) für die Beleuchtungs-Qualität (Valenz der Beleuchtung) entsprechend definirt. D. Verf.

**) Geometr. Darst. d. Farbenbl. 1881, p. 23. Vergl. daselbst Fig. 1, Taf. II.

***) Hier ist (mit Listing) $\mu = 1$ Millionstel Millimeter angenommen worden. (In meiner citirten Arbeit hatte ich, wie auch Andere, $\mu = 1$ Tausendstel Mm. gesetzt, was weniger zweckmässig ist.)

achtungen, theils direkt bestimmt, theils (durch gradlinige Interpolation der Verhältnisszahlen) berechnet und gegenübergesetzt.

Da die folgenden Rechnungen auf diesem Farbenkreise basiren, so führe ich in der Tabelle G die Lage einiger der charakteristischen Fraunhofer'schen Linien und Metallspektren sowie einiger Pigmentfarben an.

Tabelle G. Lage einiger Spektrallinien und Pigmentfarben im Farbenkreise.

Fraunhof. Lin.	Metalllinie	Wellenlänge	Ort im Farbenkreis	Fraunhof. Lin.	Metalllinie	Wellenlänge	Ort im Farbenkreis	Pigment	Ort im F.
		μ	°			μ	°		°
B		686,7	15,0		Zn	492,3	211,2	Purpur II (D.d.Taf.)	5
	Li	670,6	24,0	F	H	486,0	284,2	Carmin (Heidb. Blp.)	14
C	H	656,1	31,2		Zn	480,9	300,1	Scharlach (Hd. Blp.)	37
	Zn	636,1	53,3		Bi	472,1	305,4	Roth-orange	53
	Li	610,2	81,8		Cd	467,7	307,7	Gelb (p. Na)	121
D	Na	588,8	105,2		Li	460,2	316,5	Grün II (Heidb. Blp.)	190
	Tl	534,9	164,5		Jn	450,9	321,2	Blau-grün (Mischfb. 1 gr. II + 1 ultr. I)	224
E	Fe	526,8	173,4	G	Fe	430,8	330,1	Ultramarin I	295
	Ag	520,7	180,0	H		396,7	340,0	Violet (Heidb. Blp.)	337

Die Vergleichung des Farbentones von Pigmentfarben mit den Spektralfarben kann, wie es früher von mir geschehen, vermittelst eines objectiven Spektrums angestellt werden, doch ist die Methode, welche v. Bezold *) angiebt, zuverlässiger und bequemer. Dieses Verfahren besteht im Wesentlichen darin, dass das Bild der Scala des Spectralfernrohres vermittelst einer einfachen Vorrichtung durch das Spiegelbild einer farbigen Pigmentfläche ersetzt

*) v. Bezold: Ueber die Vergleichung von Pigmentfarben mit Spektralfarben. Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 1876, VI. Reihe, Bd. VIII, p. 165—169.

wird, wobei die betr. Hälfte des Spectrums abgeblendet wird, sodass beide Gesichtsfelder sich berühren (oder, bei der zweiten daselbst von v. Bezold angegebenen Methode, sich zu einer Mischfarbe vereinigen.) In Bezug auf die Einzelheiten muss ich auf das Original verweisen.

Um den Einfluss der Beleuchtungsqualität auf den Farbenton der Pigmentfarben zu studiren, verglich ich dasselbe Pigment gleichzeitig bei diffusem Tageslicht und bei künstlicher Beleuchtung (Kerzenlicht). Zu diesem Zweck verfertigte ich mir eine Papprõhre von quadratischem Querschnitt (Fig. 6k), 40 Cm. lang und 15 Cm. breit und hoch. Die Innenflächen waren mit mattem schwarzem Papier beklebt. In der Mitte des Bodens befand sich eine quadratische Oeffnung (5 Cm. breit), durch welche das von aussen in einem Falz eingeschobene farbige Papier von zwei, an beiden Enden der Röhre in verstellbarer Entfernung angebrachten Stearinkerzen beleuchtet wurde. Ueber dem farbigen Quadrat befand sich eine quadratische Oeffnung von 40 Mm. Breite, durch welche das von dem Pigment reflectirte Licht in den unteren Silberspiegel (s_2, Fig. 6) fiel und von dort in horizontaler Richtung in das Visirrohr (B) geleitet wurde. Der obere Spiegel stand vertikal und bildete mit der Visirlinie einen Winkel von 45°, so dass das Spiegelbild des an der rotirenden Scheibe (R) befestigten, von diffusem Tageslicht beleuchteten Pigmentes gleichzeitig in das Visirrohr gelangte. Der Beobachter sah nun ein Quadrat, dessen untere Hälfte das vom Kerzenlicht und dessen obere Hälfte, welche die untere unmittelbar begrenzte, das von diffusem Tageslicht beleuchtete Pigment gleichzeitig zeigte. Die beiden Silberspiegel (s_1 und s_2) befanden sich, zur Abhaltung des Seitenlichtes, in dem Schnittpunkte dreier senkrecht auf einander stehender, innen geschwärzter Papprõhren, die nach den farbigen Objecten und dem Visirrohr gerichtet waren. (In der Zeichnung fortgelassen.)

Tabelle H. Vergleichung des Farbentones der Pigmente bei Kerzenlicht und bei diffusem Tageslicht (gleichzeitig). *)

No.	Bei Kerzenlicht		Bei diffusem Tageslicht	Qualität der Farbe bei Kerzenlicht im Vergleich mit demselben Pigment bei diffusem Tageslicht.
1	Carmin	entspr.	Carm./gelb 8,0% (s. o p. 36).	Leuchtender, im Tone zw. Carmin u. Scharl.
2	Scharlach	„	Carm./gelb 13,5% (5,8). S. d. folg. Seite	Noch leuchtender und gelblicher.
3	Roth-orange	„	Carm./gelb 22,5% (20,5).	Intensiver. Farbenton fast unverändert.
4	Gelb (pikrs. Na)	„	Carmin/gelb 75,0 % (?)	Intensiver. Farbenton etwas röthlicher.
5	Grün II	„	Gelb/grün II 35—40 %	Etwas matter, erscheint gelbgrün bis grüngelb.
6	Ultramarin II	„	Carm./ultram. 73,7 %.	Matter, dunkler, röthlicher.
7	Violet (H. Bl.)	„	Carm./ultram. II. 17,5 % (86,5 %).	Matter, fast wie Purpur erscheinend, dunkler.
8	Purpur	„	Carm./gelb 7,3 % (Carm./ultr. II 36 %).	Etwas leuchtender. Auch spektroskopisch kaum vom Carmin (bei diffusem Tageslicht zu unterscheiden.
9	Weiss	„	Weiss/orange 14,5 % (?).	So „leuchtend", dass schwer vergleichbar.
10	Neutralgrau	„	Grau/orange 12,5 %.	
11	Mattes Schwarz	„	Schwarz/orange 10,9 %.	
12	Carm./ultram. II 48,5%	„	Carmin.	Etwas leuchtender.
13	Carm./ultram. II 37,3 %	„	Scharlach.	Intensiver.
14	Grau/grünblau (1 gr. + 3 bl.) 17,2 %	„	Neutralgrau.	Etwas dunkler.

*) Die von Kramer (Unters. über die Abhängigkeit der Farbenempfind. von der Art und dem Grade der Beleuchtung. — Inaug.-Dissert. Marburg 1882, p. 32) mitgetheilte Tabelle stimmt (für Kerzenlicht) recht gut überein. — Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei sich berührenden Farbenfeldern durch Contrastwirkung die Differenz der Farbentöne beider Flächen grösser erscheint, als sie thatsächlich ist.

Die (bei No. 2, 3, 7, 8) in Klammern beigefügten Zahlen entsprechen der Mischfarbe aus denselben Componenten, welche bei Tageslicht mit dem betreffenden Pigment gleichfarbig erscheint.

Vertheilen wir die Pigmentfarben, ihrem Farbentone entsprechend im Farbenkreise, so ergiebt sich Folgendes:

Die Helligkeit eines Pigmentes bei künstlicher Beleuchtung hängt im Allgemeinen von der Menge des farblosen Lichtes in der Beleuchtung ab. Pigmente, welche der Beleuchtungsfarbe resp. deren prävalirenden Componenten isochrom sind, erscheinen relativ heller.

Die Farbentonveränderung eines Pigmentes ist um so grösser, je mehr der Winkel, welchen die Radien der entsprechenden Töne (des Pigmentes und der Beleuchtung) im Farbenkreise mit einander bilden, sich 90^0 nähert, und um so kleiner, je näher die Farbe des Pigmentes der der Beleuchtung resp. der ihrer Gegenfarbe kommt.

Besonders auffällig war die Tonveränderung des (bläulichen) Grün II (Heidelberger Blumenpapier). Bei Licht betrachtet (wo das Auge sich für gelborangefarbiges Licht adaptirt hat) erscheint dieses grüne Pigment (Scheelsches Grün) leuchtend reingrün, dagegen bei direktem Vergleich des farbigen Papieres bei Kerzen- und bei Tageslicht, wenn das Auge für diffuses Tageslicht adaptirt ist, Gelbgrün bis Grüngelb, und zwar weniger leuchtend. Genau konnte ich die Valenz des Grün II bei Kerzenlicht nicht mit der bei Normalbeleuchtung vergleichen. Ein Grün-gelb, das bei diffusem Tageslicht fast identisch dem Grün II bei Kerzenlicht erschien, hatte die Valenz $V_{gr\,g} = 0{,}8\ V_{gr\,II}$. Wollten wir also die Valenzen der Tab. G genauer mit einander vergleichen, so müssten wir die Reductionsfactoren ($V'_{gr\,g} = V'_{gr\,II} = 0{,}8$ bei Kerzenlicht) für mindestens zwei Pigmente bestimmen.

Der Umstand, dass wir die Farbe der jeweiligen Beleuchtung für Weiss zu halten geneigt sind, bewirkt u. a. auch, dass wir bei Licht den Zusatz von Gelb beim Grün II nicht so lebhaft empfinden, wie den des Grün. Das gelblich-grüne Heidelberger Blumenpapier kann dann vom (etwas bläulichen) Grün II nicht leicht unterschieden werden. Grün-blaue Pigmente werden bei gelblicher Beleuchtung (wegen der Intensitätsverminderung der blauen Componente) Blau-grün bis Grün erscheinen müssen. — Die Tonveränderung eines Pigmentes, unter sonst gleichen Umständen, ist um so geringer, je grösser seine chromatische Valenz ist. —

Wenn es uns gelingt, das Gesetz der Tonveränderung der Pigmentfarben bei künstlicher Beleuchtung zu präcisiren, so wird es möglich sein, die Prüfungen des Farbensinnes bei künstlicher und bei Tagesbeleuchtung mit einander zu vergleichen, indem man die Reizschwelle für gleich erscheinende Farbentöne bestimmt.

Aus No. 10 und 11 der Tabelle H können wir die Valenz des Kerzenlichtes finden. Das betr. Orange (Rothorange/gelb (pikrs. Na) 21 %) hat eine Valenz $V_{or} = 1,20$,

aus No. 10 ergiebt sich $V_L = 12,5 \times 1,2 = 15,0$,
„ No. 11 „ „ $V_L = 10,9 \times 1,2 = 13,1$,

mithin im Mittel als Valenz des Kerzenlichtes $V_L = 14,05$. —

Denken wir uns die künstliche Beleuchtung zusammengesetzt aus farblosem Licht (V_0) und aus farbigem Lichte (V_L). Hat erstere die Helligkeit des diffusen Tageslichtes, so ertheilt sie der Pigmentfarbe die Valenz V_p und den normalen Farbenton. Wird das Pigment nun gleichzeitig mit farbigem Lichte beschienen, so muss der Farbenton des Pigmentes nun eine Mischfarbe aus V_p und V_L sein, die umsomehr von dem ursprünglichen

Tone entfernt ist, je kleiner V_p im Verhältniss zu V_L ist, und je mehr der zwischenliegende Winkel im Farbenkreise sich 90° nähert. Das entspricht völlig den Ergebnissen der Tabelle H und konnte von mir noch genauer experimentell nachgewiesen werden, indem ich bei diffusem Tageslicht die Pigmente gleichzeitig durch zwei hellbrennende Lampen beleuchtete, vor welche farbige Gläser entsprechend befestigt waren. Indem ich die Entfernung beider Lampen veränderte, konnte ich (bei der Anwendung eines rothen und eines gelben Glases) die neutrale Linie auf denselben Punkt rücken lassen, wie durch Kerzenbeleuchtung allein. Diese Methode dürfte geeignet sein, die Resultate der Prüfung des Farbensinnes bei künstlicher Beleuchtung mit denen bei diffusem Tageslicht genauer zu vergleichen, als bisher.

Die chromatische Valenz einer Beleuchtung (V_L) setzt uns in den Stand, durch Berücksichtigung der veränderten Valenz und des geänderten Farbentones der benutzten Pigmentfarben, die für künstliche Beleuchtung erhaltenen Reizschwellen auf Tageslicht zu reduciren.

Eine einfache Methode zur Bestimmung von V_L hat daher einen gewissen Werth.

Es sei beobachtet (für zwei complementäre, im Farbenkreise rechtwinklige Farbenpaare) als Lage der Neutralen:

	bei Tagesl.	bei Kerzenl.	Differenz
für Scharlach/blaugrün (4 gr. II + 3 ultr. I)	63,0	72,5	9,5 = a
für Gelb (p. Na)/Ultramarin I	62,0	70,5	8,5 = b.

Tragen wir a und b als Linien (in der den Achsen Scharlach-Blaugrün und Gelb-Ultramarin entsprechenden Richtung) auf Radien des Farbenkreises auf, so ist die

Resultante $V_L = \sqrt{a^2 + b^2}$ die chromatische Valenz des Kerzenlichtes. In diesem Falle also $V_L = \sqrt{9{,}5^2 + 8{,}5^2} = 12{,}7$, was mit dem oben direkt erhaltenen Werthe $V_L = 14{,}05$ genügend übereinstimmt. *)

Diese Valenz der Beleuchtung können wir mit einer für die Praxis genügenden Genauigkeit durch Construction finden. Sehr bequem hierzu ist ein Ring aus starkem weissem Carton, von 4—5 Cm. Breite und 100 Mm. innerem Radius, dessen innere Peripherie in Grade getheilt ist, während der mittlere Theil von 5 zu 5 Grad mit den entsprechenden Wellenlängen der Farben im Farbenkreise beschrieben wird. Auf die äussere Peripherie setzen wir die wichtigsten Fraunhofer'schen Linien und fügen, nach geschehener Vergleichung der Pigmentfarben mit den Spektralfarben, die Lage derselben hinzu. Der ausgeschnittene Ring wird nun auf ein genügend grosses Stück Papier gelegt, auf welchem zwei rechtwinklig sich schneidende Linien gezogen sind, die man in die Richtung der beobachteten Farbenpaare bringt. Auf diese Achsen tragen wir a und b ab, so giebt uns die construirte Resultante unmittelbar den Farbenton und (ihre Länge) die Valenz der Beleuchtung an. [Ein solcher Farbenring ist auch zu den w. u. angezeigten Constructionen sehr brauchbar.]

Die Valenzbestimmung der Beleuchtung wird um so genauer ausfallen, je genauer die beiden Farbenpaare complementär sind und im Farbenkreise senkrecht stehen. Auch muss man möglichst praevalente Farben benutzen.

---

*) In meiner letzten Arbeit habe ich (Knapp's Arch. f. Aug. 1883, XIII, 2, p. 67—72) die Methode der Berechnung von V_L näher beschrieben. Die dort angeführten Werthe sind aber zu klein ausgefallen, weil das diffuse Tageslicht (1½ Uhr im December) an und für sich schon röthlich war; auch besass ich damals noch nicht so sorgfältig ausgesuchte complementäre Farbenpaare.

Fassen wir die sich aus den Tabellen F, G, H ergebenden Resultate zusammen, so sehen wir:

1. Die durch künstliche Beleuchtung hervorgerufene Tonveränderung der Pigmentfarben erreicht ihr Maximum, wenn die Valenzänderung ein Minimum ist, und umgekehrt. Das Maximum der Tonänderung (und das Minimum der Valenzänderung) findet bei solchen Farbentönen statt, die im Farbenkreise rechtwinklig zu V_L stehen, während das Umgekehrte für Farbenpaare gilt, die V_L isochrom-complementär sind.

Diese beiden zusammengehörigen complementären Farbenpaare*) können wir „die harmonischen Achsen der Beleuchtung" nennen. Sie müssen im Farbenkreise senkrecht auf einander stehen. Dieses giebt uns die Möglichkeit, einen physiologisch richtigen Farbenkreis herzustellen. (Der meinige entspricht dieser Anforderung nicht ganz.)

2. Unter den benutzten farbigen Papieren besitzt (bei diffusem Tageslicht) das Rothorange die grösste Valenz. Dann folgt Gelb (aber nur pikrinsaures Na und das etwas schwächere Pariser Blumenpapier, während Chromgelb bedeutend schwächer ist), Scharlach, Grün II und Purpur II, Carmin und darauf die blauen und violeten Pigmente und die Gemengfarben (Blaugrün, Purpurviolet etc.). Die Valenz der Mischfarben ist grösser als die Valenz der Gemengfarben aus denselben Componenten.

3. Bei Mischfarben müssen wir continuirlich und periodisch (successiv) wirkende Componenten unterscheiden.

---

*) Von den unendlich vielen Farbenpaaren, deren Valenzverhältniss durch V_L nicht verändert wird (indem V_p in demselben Verhältniss zu- oder abnimmt), ist nur ein einziges Farbenpaar complementär. Das andere harmonische Farbenpaar ist das einzige complementäre, das seinen ursprünglichen Farbenton behalten hat (aber die maximale Valenzänderung erleidet).

3a. Für Mischfarben aus continuirlich wirkenden Componenten gilt ohne weiteres Grassmann's Satz: „Die farbige Intensität einer Mischfarbe ist die geometrische Summe ihrer Componenten", oder in unsere Ausdrucksweise übertragen: „Die chromatische Valenz einer Mischfarbe ist die Resultante ihrer Componenten."

3b. Für Mischfarben aus periodisch wirkenden Componenten, z. B. am Farbenkreisel, gilt der Ausdruck, den Grassmann (cit. pag. 83) für die „Sättigung" der Mischfarbe aufgestellt hat, den wir jedoch kürzer und bequemer in folgender Weise formuliren können: „Denken wir uns die Valenzen beider Componenten als Linien auf die entsprechenden Radien des Farbenkreises (vom Centrum aus) aufgetragen, und theilen die Sehne, welche beide Endpunkte verbindet, im umgekehrten Verhältniss der gemischten Mengen, so entspricht die Länge der Verbindungslinie des Centrums, mit dem Theilungspunkte der Sehne, der chromatischen Valenz der betreffenden Mischfarbe am Farbenkreisel. (Vermittelst des oben beschriebenen, in Grade getheilten Farbenringes leicht durch Construction zu finden).

Nehmen wir z. B. Blaugrün (Mischfarbe aus Grün II/Ultramarin I 50pCt.), so finden wir, da Grün II ($V = 100$) etwa 190° und Ultramarin I ($V_n = 63{,}5$) etwa 295° des Farbenkreises entspricht,

a) durch Construction (s. o.) . . $V_{bl.gr.} = 48{,}5$
b) direct (s. Tab. F,1) . . . . $V_{bl.gr.} = 49{,}5$

oder für Purpurviolet (Carmin/Ultramarin 50 pCt.), da Carmin ($V_k = 87{,}6$) 14° und Ultramarin ($V_n = 63{,}5$) 295° entspricht:

a) durch Construction . . . . $V_{p.v.} = 58{,}0$
b) direct . . . . $V_{p.v.} = 58{,}7$.

4. Mit angenäherter Genauigkeit können wir für die Valenz einer Pigmentfarbe bei künstlicher Beleuchtung die Resultante aus der Valenz des Pigmentes bei diffusem Tageslicht (V_p) und der Valenz der Beleuchtung (V_L) betrachten. Es ist dann

$$V'_p = \sqrt{V^2_p + V_L^2 + 2 V_p . V_L . \cos. \alpha}; \text{ wo } \alpha$$
der Winkel zwischen V_p und V_L ist).

Dieser Satz gilt um so genauer, je mehr die Intensität des farblosen Antheiles der Beleuchtung sich der des diffusen Tageslichtes nähert. (Bei componenten Farben [s. o.] treten mehr Unregelmässigkeiten auf, als bei praevalenten, indem Componenten, welche bei gewöhnlicher Beleuchtung unter der Reizschwelle bleiben, durch V_L verstärkt, oft störend wirken.)

Die Ausdrücke „Sättigung" (Verhältniss der Menge einer reinen Farbe in einer Mischung mit neutralem Grau, resp. farblosem Licht, zu der Gesammtmenge Licht) und chromatische Valenz (specifisch farbige Intensität) sind nicht identisch. Nur für Farben von gleicher maximaler Valenz gilt (mit einer grossen Annäherung) der Satz, dass Sättigung und Valenz direct proportional sind. *)

Ein grosser Theil dieser Ergebnisse ist, wie man sieht, nur eine Folgerung aus den in Grassmann's **) klassischer Arbeit niedergelegten Resultaten. Ich weise

---

*) Der Zusatz von neutralem Grau bewirkt eine Valenzverminderung der betr. Farbe, doch findet hierbei keine strenge Proportionalität statt. (Wenn die ursprüngliche Valenz zweier Farben sehr verschieden ist, so wird die stärkere Farbe anfangs weniger gedämpft, als es die Theorie verlangt.) D. Verf.

**) Grassmann: Zur Theorie der Farbenwahrnehmung. Pogg. Ann. 1853, Bd. 89, p. 69—84.

um so lieber auf diese Uebereinstimmung hin, als ich erst nach Beendigung vorstehender Untersuchungen und Berechnungen Grassmann's Arbeit im Original gelesen habe, wobei ich nicht wenig überrascht war, manches bereits von ihm ausgesprochen zu finden, was ich für ein neues Resultat gehalten hatte. Dass ich dennoch meine Beobachtungen vollständig wiedergebe, geschieht, weil meine Arbeit in manchen Stücken den experimentellen Nachweis*) für Grassmann's theoretische Annahmen bietet, und weil ich von Seiten befreundeter Ophthalmologen angeregt worden bin, die für die praktische Prüfung des Farbensinnes immerhin sehr wichtigen Pigmentfarben einer eingehenden Analyse zu unterziehen.

5. Die chromatische Valenz der benutzten Lichtquellen ist, wenn wir die oben angegebene Methode der Bestimmung für genügend genau zu vorliegendem Zweck ansehen, folgende:

---

*) Auch Rood hat (Sill. J. 1878, XV. (3), p. 81—82) durch Experimente an den rotirenden Scheiben das Grassmann'sche Gesetz, „dass die Gesammtintensität einer Mischung von verschieden gefärbten Lichtern gleich der Summe der Helligkeit (?) der Componenten sei", bestätigt gefunden. Da ich diese Abhandlung nur aus dem Referate in den Beiblättern zu den Annalen der Physik und Chemie (1879, p. 805) kenne, indem ich das Original nicht beschaffen konnte, so weiss ich nicht, inwieweit Rood auf den von Grassmann nicht betonten Unterschied zwischen continuirlich und periodisch successive wirkenden Componenten aufmerksam geworden ist.

[Helmholtz's „farbiger Stern" (Physiol. Optik, pag. 341, Fig. 138), sowie Landolt's „Chromatometer" (Traité complet d'opht. par de Wecker et Landolt 1879, T. 1, pag. 633, Fig. 141) liefern zwar auch continuirliche Farbenübergänge (letzterer App. nach absolutem Schwarz), doch ist die Zunahme der einen Componente nicht einfach proportional der Entfernung vom Rande. Genau würde dieses für einen Cylindermantel der Fall sein, wenn derselbe, wie Fig. 3 zeigt, beklebt wäre. Die Abweichung der Kegelstumpfe des Farbenmessers von der cylindrischen Form ist aber so gering, dass der resultirende Fehler weit unterhalb der Grenze der Beobachtungsfehler bleibt. — Nachtrag zu p. 35.]

Tabelle J. Chromatische Valenz der Beleuchtung.

		I. Diffuses Tagesl.	II. Magnesiumlicht	III. Elektr. Glühlicht	IV. Gaslicht	V. Lampenlicht	VI. Stearinkerzenl.	VII. Sonnenlicht (Sept.)
Verschiebung d. Neutralen (Tb.G.N.1/2)	$a = n'_r - n_r$	($n_r = 63{,}0$)	1,5	4,1	6,7	7,2	9,5	0,8
	$b = n'_g - n_g$	($n_g = 62{,}0$)	— 2,0	5,2	7,0	7,9	8,5	2,5
Chromat. Valenz der Beleuchtung (in %) . V_L		0	2,29	6,62	9,03	10,60	12,74	2,61
Ort im Farbenkreise (φ)		—	343°	89°	83°	85°	80°	138°
Entsprechende Wellenlänge (λ) etwa		—	390,7 μμ	602,0 μμ	604,5 μμ	607,2 μμ	611,7 μμ	558,9 μμ
Farbe		weiss	äusserstes Violet	Gelborange	Gelborange	Orange	Orange	Gelb
Relatives Verhältniss der chromat. Valenzen . .		—	0,242	0,734	1,000	1,174	1,411	0,289

Die chrom. Valenz des Sonnenlichtes ist bedeutenden Schwankungen ausgesetzt.

Von den benutzten künstlichen Lichtquellen ist das Magnesiumlicht relativ am weissesten. Bei ihm treten die brechbarsten Farben stärker hervor, als bei diffusem Tageslicht oder dem gelblichen Sonnenlicht. — Die chromatische Valenz des elektrischen Lichtes steht in einem verwickelten (umgekehrten) Verhältniss zur Stromstärke und ist natürlich auch abhängig von der Natur der glühenden Substanzen. Während meiner Beobachtungen speiste die Siemens'sche Maschine (von 2 Pferdekraft) 21 Glühlampen (zu 18 englischen Normalkerzen), was nahezu dem Maximum ihrer Leistungsfähigkeit entspricht. Daher mochte es kommen, dass kleine Intensitätsschwankungen bemerkbar waren. — Wenn es gelingt, die elektrischen Glühlampen mit constanten*), genau

*) Cohn rühmt das gleichmässige Brennen der im Pavillon der deutschen Edison-Gesellschaft während der Hygiene-

zu messenden Strömen zu versehen, so wird diese Lichtquelle von hoher Bedeutung für die praktische Prüfung des Farbensinnes werden.

Bei elektrischem Bogenlichte habe ich noch keine genaueren Beobachtungen anstellen können. Die chromatische Valenz desselben ist zwar geringer als die der Glühlampen, doch stört die Lichtstärke.

Vergleichen wir unsere Bestimmung des Farbentones von electrischem Licht und Gaslicht mit den Resultaten einer quantitativ spektroskopischen Analyse, welche Prof. O. E. Meyer *) kürzlich veröffentlicht hat.

Verhältniss der Componenten von	Roth	Gelb	Grün	Blaugrün	Blau	Violet	Aeusserst violet
Gaslicht: Sonnenlicht	4,07	1,00	0,43	—	0,23	0,15	—
Elektrisches Glühlicht: Sonnenlicht	1,48	1,00	0,62	0,29	0,21	0,17	—
Elektrisches Bogenlicht: Sonnenlicht	2,09	1,00	0,99	—	0,87	1,03	1,21

Hierzu bemerkt Meyer: „Alle drei Lichtquellen sind im Vergleich zum Sonnenlicht röthlich." Bei einer früheren Analyse dieser Lichtquellen sagt Meyer **) über den Farbenton: „Als das Photometer sich ¼ M. von der elektrischen Lampe befand, erschienen beide Flächen gleich hell, jedoch die von der Sonne bestrahlte Fläche rein

Ausstellung in Berlin 1883 aufgestellten Glühlampen. (Ueber künstliche Beleuchtung. „Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentliche Gesundheitspflege." 1883, XV. (4. Heft, II. Hälfte), Anm. zum Schluss. —

*) O. E. Meyer: Ueber die Farbe des elektrischen Lichtes (Centralbl. f. Elektrotechnik 1883. V., p. 458—460). Vergl. Beiblätter zu d. Ann. d. Phys. u. Chemie. 1883, No. 10, p. 768—769.

**) Mitgetheilt von Cohn (Knapp-Schweigger's Arch. f. Aug. 1879, VIII, p. 14—15).

weiss, die vom elektrischen Licht beleuchtete in einer gelblichen Orangefärbung" ... und „Gaslicht erschien neben der Sonne orange." — Die chromatische Valenz dieser Lichtquellen ist jedoch meines Wissens noch nicht gemessen worden.

In Bezug auf das Tageslicht sagt Meyer (o. Cit.), dass es zur Mittagszeit mehr rothes und gelbes Licht enthielte als das Sonnenlicht, dagegen weniger Blau und Violet. In den frühen Morgenstunden und oft auch abends verhalte sich die Sache umgekehrt. — Nach meinen (vermittelst des Farbenmessers angestellten) chromometrischen Untersuchungen ist das Sonnenlicht entschieden gelblich im Vergleich zum diffusen Tageslicht (bei gleichmässig leichter Bewölkung). Das vom wolkenlosen Himmel reflectirte diffuse Licht ist verschieden, je nach der Stellung, welche das Fenster des Beobachtungsraumes zur Sonne hat. Die der Sonne mehr entgegengesetzten Theile des Himmels lassen die brechbareren Farben etwas stärker erscheinen, die der Sonne nahestehenden Theile dagegen die weniger brechbaren. Aus diesem Verhalten erklärt sich's ohne weiteres, warum Farbengleichungen so wenig stabil sind.*)

6. Die chromatische Valenz einer Lichtquelle ändert sich mit der Intensität der letzteren. Dieses konnte besonders gut bei der direkten Bestimmung der Valenz des Kerzenlichtes (s. o.) beobachtet werden, wenn die Kerzen in der Papprōhre (Fig. 6, k) näher oder weiter zur Pigmentfläche gestellt werden. —

Daher können Untersuchungen, welche bei künstlicher Beleuchtung angestellt werden, nur dann vergleichbare Resultate geben, wenn die Lichtquellen (für die benutzte Entfernung) photometrisch und **chromometrisch** bestimmt werden.

---

*) Vergl. pag. 4.

Aus diesem Grunde muss ich darauf verzichten, auf die interessanten Prüfungen des Farbensinnes bei verschiedener Beleuchtung — welche besonders eingehend von Cohn*) und Kramer**) angestellt worden sind — einzugehen.

7. Das Valenzverhältniss der Pigmentfarben ist abhängig von der Entfernung, in welcher man sie betrachtet, und von der absoluten Grösse der Flächen. Bei den von mir benutzten Gegenfarben musste (für mein Auge), um ein neutrales Grau zu erzielen, der Zusatz der brechbareren Farbe vermindert werden, wenn ich anstatt 0,5—1 Meter etwa 4—5 M. entfernt vom Apparate war (vergl. Bull, Graefe's Arch. 1883, III. p. 85), oder wenn ich den Spalt des Diaphragmenschiebers enger einstellte. Bei der Messung des minimalen Sehwinkels, unter welchem eine kleine Fläche farbig erscheint, wirkt bekanntlich die Tonveränderung der Pigmentfarben bei der Entfernung sehr störend. Diese Tonveränderung ist um so grösser, je componenter (s. o. p. 13) die betr. Farben sind. Dieses, sowie die Valenzveränderung der Pigmente (resp. aller Mischfarben) bei wechselnder Entfernung, ist wohl der Grund, weshalb die Donders'sche Methode, selbst bei $S \gtreqless 1$, so schwankende Resultate***) giebt.

8. Das Valenzverhältniss der Pigmentfarben ist auch

---

*) Cohn, S. o. Cit.

**) Kramer: Unters. über d. Abhängigkeit d. Farbenempf. von der Art und dem Grade der Beleuchtung. Inaug.-Dissertation. Marburg 1882.

***) Vergleichende quantitative Prüfungen nach verschiedenen Methoden zeigten mir, dass die Donders'sche Formel $K = \left(\frac{d}{D}\right)^2$ einen zu kleinen und L (resp. VC nach Dor) $= \frac{d}{D}$ einen zu grossen Werth für die Farbenschärfe ergiebt. Am besten mit der Messung des minimalen Sättigungsgrades (an Bull's Tafel und am Farbenmesser) stimmte $F = 0,4 \left[\frac{d}{D} + \left(\frac{d}{D}\right)^2\right] = 0,4 \frac{d}{D}\left(1 + \frac{d}{D}\right)$. Der Verf.

abhängig von der Intensität der Beleuchtung. (Für künstliches Licht folgt dieses ohne weiteres aus No. 6). Bei diffusem Tageslicht ist die Valenzveränderung der Pigmente bei Schwankungen der Beleuchtungsstärke innerhalb der Grenzen, wo $S = 1$, höchst gering, und kann in der Praxis vernachlässigt werden. Bei stärkeren Graden der Verdunkelung wird im Allgemeinen die Valenz der brechbareren Farben weniger geschwächt. Das stimmt mit dem von Albert (s. Eingang dies. Arb.) gefundenen Resultate überein.

Ich muss jedoch hierbei bemerken, dass ich bei tiefer Dämmerung das Bull'sche Roth zwar dunkler, aber eher farbig sehe, als das complementäre Blaugrün oder das aequivalente Blau.

9. Um die Resultate der Prüfung des Farbensinnes vermittelst der Pigmentfarben unter sich vergleichbar zu machen, haben wir Folgendes zu beobachten:

I. Man muss sich möglichst praevalenter Farben von gemessener Helligkeit bedienen, indem die componenten Farben in unberechenbarer Weise durch die Beleuchtungsqualität beeinflusst werden.

II. Die beobachteten minimalen Reizschwellen sind durch Berücksichtigung der chromatischen Valenz der betreffenden Pigmente bei der benutzten Beleuchtung auf Normalreizschwellen zu reduciren. — Ist die beobachtete minimale Reizschwelle $= R$ und die Valenz des betreffenden Pigmentes $= V_p$, so ist die reducirte Reizschwelle $R_n = R \,.\, V_p$.

III. Bei der Vergleichung der Beobachtungen bei künstlicher Beleuchtung mit denen bei Normalbeleuchtung (diffuses Tageslicht) sind die Werthe, welche gleich erscheinenden Pigmentfarben entsprechen, auf ein-

ander zu beziehen. So sind die Reizschwellen für Purpur bei Kerzen- oder Lampenlicht mit denen für Carmin bei Tageslicht zu vergleichen, etc.

10. Die Lage der Neutralen (mithin die relative Valenz der Farben) ist individuell verschieden. Wir können uns ein recht zutreffendes Bild von dieser individuellen Verschiedenheit machen, wenn wir eine individuelle chromatische Valenz (V_i) annehmen *), welche mit der ideellen Valenz eines Pigmentes die Resultante V_p giebt. Diese persönliche Valenz ist natürlich eine Function des Adaptionszustandes des Auges etc., also keineswegs eine constante. Die Grösse und den Farbenton der individuellen Valenz können wir erst dann bestimmen, wenn grössere Valenz-Bestimmungsreihen verschiedener Beobachter vorliegen.

Zum Schluss möchte ich einige Beobachtungen mittheilen, welche für die Farbenphysiologie nicht ohne Interesse sind.

Bull **) sagt in seiner neuesten Arbeit über den von anderen Beobachtern gefundenen hohen Procentsatz Farbenschwacher: „Wenn aber Farbenschwäche wirklich ein so „allgemeiner Zustand wäre, wie dies von verschiedenen „Seiten angenommen wird, so würde es ja gewiss eine „schwierige, wo nicht geradezu unmögliche Aufgabe wer„den, eine derartige Mittelgrenze (nämlich = 1 Chrom„optrie) zu ziehen. Nach den Erfahrungen, welche ich „bisher gemacht, kann ich indessen nicht annehmen, dass „die Zahl solcher Farbenschwacher besonders gross sein „sollte. Ich habe wenigstens bisher keinen einzigen ge„funden, bei dem ich nicht für die vorliegende Schwächung „von C einen pathologischen Grund hätte nachweisen

---

*) Bull und v. Kries erklären die individuelle Verschiedenheit bei der Farbenperception durch die verschiedene Pigmentirung der Augen.

**) Bull, Graefe's Archiv 1883, III. p. 82.

„können. Wenn Andere eine so grosse Zahl derartiger „Individuen gefunden haben, so kann ich den Grund dafür „kaum in etwas anderem sehen, als in einem Mangel „der Methode."

Bei einer vor Kurzem angestellten Vergleichung der Leistungsfähigkeit der bekanntesten Methoden zur Prüfung des Farbensinnes (o. cit. in Knapp's Arch.) habe ich über 800 gebildete Männer nach vielen Methoden und u. a. auch mit der Bull'schen Tafel (von welcher ich ein vorzügliches, vom Erfinder selbst erhaltenes Exemplar besitze) wiederholt eingehend geprüft. Hierbei habe ich, wie auch schon früher, einen grösseren Procentsatz Farbenschwacher als Farbenblinder [11—12 % $F_s \overset{=}{>} 0,2$. (d. h. VC $\overset{=}{<} 0,8$), gegen 2—2½ % $F_s \overset{=}{>} 0,5$] erhalten. Da ausserdem alle Grade der Farbenschwäche vertreten waren, und die quantitative Prüfung Normalsichtiger sehr bedeutende individuelle Verschiedenheiten ergab, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass der Unterschied zwischen Normalsichtigen und Farbenschwachen thatsächlich ein „fliessender" ist. Hierin werde ich noch durch die Resultate Anderer bestärkt. So theilte mir Herr Dr. J. Stilling brieflich mit, dass er bei einer mit Prof. Donders zusammen angestellten Untersuchungsreihe auch eine grosse Anzahl Farbenschwacher beobachtet habe. Prof. Cohn *), der eine grössere Anzahl geübter Normalsichtiger nach der Donders'schen Methode (mit der Weber'schen Tafel) untersucht hat, betont ausdrücklich die grosse individuelle Verschiedenheit des normalen Farbensinnes. Dasselbe fand neuerdings Waldhauer **), der nach der Raehlmann'schen Methode die untere Reiz-

*) Cohn: Quantitat. Farbensinn-Bestimmungen. Knapp's Arch. f. Aug. 1879, IX.

**) W. Waldhauer: Untersuchungen über die untere Reizschwelle Farbenblinder. Inaug.-Dissertat. Dorpat 1883. Vergl. daselbst Taf. IX—XI.

schwelle (minimale Intensität monochromatischen Lichtes, die eine Lichtempfindung auslöst) bei mehreren Normalsichtigen bestimmte. — Ich glaube daher, dass die Festsetzung einer minimalen Reizschwelle als Massstab für die Farbenschwäche im Allgemeinen nicht thunlich ist. Nichtsdestoweniger verdient Bull's Vorschlag: die Farbenschwäche in „Chromoptrien" auszudrücken, wegen seiner Bequemlichkeit für die Praxis gewiss Beachtung, ist aber nur anwendbar, wenn die Untersuchungen bei constanter Normalbeleuchtung angestellt werden, sonst muss man stets (wie es zuerst von Raehlmann und von Donders geschehen ist) gleichzeitig die betr. Reizschwelle für ein normales Auge bestimmen, und diese zum Maassstab nehmen.

Bei diffusem Tageslicht kann ich, bei genügender Helligkeit, die niedrigste Nummer der Bull'schen Tafel mit Sicherheit unterscheiden, nicht aber bei verminderter Helligkeit, oder wenn die Beleuchtung eine merkliche chromatische Valenz hat. In solchen Fällen kann ich erst die zweite oder gar die dritte Stufe genau unterscheiden. Die alsdann bei einem Farbenschwachen etwa beobachtete Reizschwelle $c = 8$ ist wohl kaum $= 8$ Chromoptrien zu setzen.

Angeregt durch Dr. Ole Bull, versuchte ich zu dem von ihm selbst als „physiologisch rein" bezeichneten Purpur II (D meiner Farbentafel) ein äquivalentes „physiologisch reines Grün" herzustellen, was mir nicht gelang, da sich die physiologisch reinen Farben als individuell verschieden erwiesen. — Auf meine Bitte, mir seine Ansicht über die physiologisch reinen Farben mitzutheilen, antwortete mir Herr Dr. J. Stilling Folgendes (was ich mit seiner freundlichen Erlaubniss hier reproducire):

„Sie haben ganz recht, diese sogen. physiologischen „Farben sind natürlich individuell sehr verschieden. —

„Unter „physiologischem" Roth versteht also Bull ein „solches, welches dem Normalsichtigen central roth, peri- „pher grau erscheint. Ein solches Roth kann niemals rein „sein, sondern muss blau-roth sein, weil das reinste „Spektralroth (Kaliumlinie für die Empfindung rein „roth) peripher immer gelblich erscheint.

„Hierin liegt also ein gründlicher Widerspruch Bull's, „weil Farbenempfindung und objective Farbe nicht ordent- „lich auseinander gehalten werden. Das, was für uns in „der Empfindung rein roth ist, ist objectiv gelb-roth, nur „ist das Gelb in so geringer Quantität darin, dass es beim „centralen Sehen unterhalb der Reizschwelle bleibt*), und „nur peripher hervortritt. Anstatt nun von einem reinen „Roth einfach zu verlangen, dass dasselbe in der Empfin- „dung rein roth sei, verlangt B., dass dieses Roth peripher „grau gesehen werde. Zu diesem Behufe muss dem Roth, „was rein roth für uns ist, so viel Blau zugesetzt wer- „den, dass es nunmehr central kein reines Roth mehr sein „kann. — Ein solches „Urroth" müsste ja von Rothblinden „auch central Grau gesehen werden — die Verwechslungs- „farbe Rothblinder mit Grau ist aber immer Rosa, nie- „mals ein reines Roth. Nur bei verkürztem Spek- „trum kann reines Roth mit Schwarz ein Ver- „wechslungspaar geben, weil hier ausser der Farben- „empfindlichkeit auch die Empfindlichkeit für homo- „genes Roth fehlt. Aber ein wirklich neutrales Grau „giebt auch in den Fällen letzterer Art ein Rosa, niemals „Roth als Verwechselungston."

Veranlasst durch vorstehende Erklärung Stilling's versuchte ich bei mehreren im Beobachten geübten Personen den Farbenton zu bestimmen, in welchem ihnen die physiologischen Farben erschienen, wenn man sie von der

*) Vergl. die spektroskopische Analyse des Carmin (No. 2 Tab. A), welches central gesättigt Roth, peripher Orange bis Gelb erscheint. D. Verf.

äussersten Peripherie soweit zum Centrum bewegte, dass sie farbig gesehen werden. Zu diesem Zweck wurden die, No. 18 der Tafel entsprechenden, Bull'schen Farben (Originalcarton) nach B.'s Angaben auf einem Kreise aus schwarzem Carton, von ca. 5 Cm. Durchmesser; in Quadraten von 10 Mm. Länge befestigt, so dass die Farbenquadrate durch Drehung der Scheibe einzeln vor die quadratische Oeffnung eines passend geformten schwarzen Cartonstreifens eingestellt werden konnten, ohne dass der Untersuchte wusste, welche Farbe ihm vorgelegt wurde. — Das Bull'sche Roth (dem Farbentone nach fast identisch mit dem Purpur II, nur dunkler und weniger gesättigt) wurde von den Meisten für ein mattes Carmin oder Scharlach gehalten. Erst nachdem die Beobachter das Pigment central gesehen hatten, wiesen sie auf das gleichfarbige Quadrat der Hilfstafel. Bull's Blau und Gelb erschienen im richtigen Farbenton (letzteres merklich heller als im Centrum). Das stark bläuliche Grün erschien den Meisten zuerst blau, Mehreren rein grün und Einem gelblich-grün.

Dieses Resultat steht im Einklang mit Stilling's Auseinandersetzung. — Recht zahlreiche Versuche haben mir zwar gezeigt, dass man mit **nicht**-physiologischen Pigmentfarben den Farbensinn ebenso genau quantitativ prüfen kann, wie mit „physiologisch reinen", doch möchte ich — im Interesse der Homogenität der Untersuchungsresultate — immerhin die Einführung der Bull'schen chromatoptometrischen Tafel befürworten, und kann dieses um so mehr thun, als dieselbe sich bei mir und bei Dr. Th. v. Schröder in der Praxis gut bewährt hat, insbesondere, wenn man die betreffenden Farben noch auf einer Hilfstafel aufsuchen liess.

Die Messung des minimalen erkennbaren Sättigungsgrades hat vor der Messung des minimalen Gesichtswinkels u. a. auch den Vorzug, dass man die chromatische Valenz der betreffenden Pigmente für die gegebene Be-

leuchtung bestimmen kann. Die Bestimmung der relativen Valenz der Pigmentfarben liefert bei Farbenschwachen eine sehr brauchbare Controle für die quantitative Prüfung des Farbensinnes, und gewährt einen interessanten Ueberblick über die Farbenperception des Untersuchten (ist aber nur bei intelligenten Personen anwendbar). Ob man sich zu der Messung des minimalen Sättigungsgrades bei der quantitativen Prüfung des Farbensinnes, bestimmter, fixirter Sättigungsstufen (Bull's Tafel) oder der continuirlichen Farbenübergänge (am Farbenmesser) bedient, dürfte für die Praxis bedeutungslos sein; auch hat man es im letzteren Falle ja in der Hand, durch ruckweises Aufziehen des Diaphragmenschiebers, stufenweise fortzuschreiten. Da wir die Helligkeit und die Valenz der Pigmentfarben mit einer für unseren Zweck genügenden Genauigkeit bestimmen können, so hat eine Methode, welche es gestattet; die nöthigen Farbenübergänge jederzeit mit derselben Genauigkeit aus frischen Pigmenten herzustellen, ohne von der technischen Vollendung des Druckes etc. abhängig zu sein, vor fertigen Farbentafeln unter Umständen einen gewissen Vorzug.

Auf eine Erfahrung möchte ich hier noch hinweisen, welche ich bei peripherischen Untersuchungen des Farbensinnes gemacht habe. Die Resultate derselben sind bekanntlich sehr schwankend, was zum Theil seinen Grund in der Schwierigkeit hat, die Blicklinie festzuhalten. Nachdem die Anwendung kleiner Spiegel (zur Fixation des Spiegelbildes der Pupille) sich nicht bewährt hatte, indem die getheilte Aufmerksamkeit eine Fehlerquelle bildet, versuchte ich eine andere Methode, welche befriedigendere Resultate gab. Die Achse des Perimeters wurde durchbohrt und vorne (zum U. zu) mit einem weissen Fadenkreuz versehen, das der Beobachter zu fixiren hatte, während ich selbst von hinten durch die Achsenöffnung

die Blicklinie des Untersuchten controlirte und nur solche Beobachtungen notirte, wo dieselbe fest geblieben war. (Natürlich wurde durch eine entsprechend grosse, hinten auf die Achse geschobene schwarze Pappscheibe, mein Gesicht verdeckt.) Die so erhaltenen Resultate stimmten noch am besten überein.

Ueber die Anzahl der vom normalsichtigen Auge unterscheidbaren Farbennüancen herrscht eine bedeutende Meinungsverschiedenheit. Während z. B. Aubert (Pflüger's Arch. f. d. ges. Phys. 1883, Bd. XXXI, pag. 231) ein paar Millionen angiebt, lässt Donders (Graefe's Arch. f. Opht. 1881, I. p. 158) nur 5-, höchstens 6000 gelten. Eine rohe Abschätzung können wir in folgender Weise vornehmen. Wir denken uns die Farben nebst ihren Schattirungs- und Sättigungsstufen eine Farbenkugel vom Radius = 100 ausfüllend (Runge's Farbenkugel), und bestimmen das Körperelement, das von den minimalen, unterscheidbaren Differenzen von φ, ϱ, τ (Farbenton, Sättigung und Helligkeit) gebildet wird. Bezeichnen wir dieselben mit $\Delta\varphi$, $\Delta\varrho$, $\Delta\tau$, so giebt das Volumen $\Delta\varphi \cdot \Delta\varrho \cdot \Delta\tau$ einen Massstab ab. — Nach meinen Beobachtungen ist bei guter Beleuchtung durch diffuses Tageslicht für Pigmentfarben, im Durchschnitt bei verschiedenen Personen $\Delta\varphi = 2{,}5$, $\Delta\varrho = 3{,}0$, $\Delta\tau = 1{,}8$ (wenn die zu differencirenden Farbenflächen sich berühren). Die Anzahl der unterscheidbaren Nüancen ist demnach ohngefähr

$$= \frac{\text{Inh. d. Kugel}}{\Delta\varphi \cdot \Delta\varrho \cdot \Delta\tau} = \frac{4}{3} \cdot \frac{100^3\,\pi}{2{,}5 \times 3 \times 1{,}8} = 31\text{—}32000$$

für gewöhnliche Pigmentfarben (farbige Papiere), dürfte aber bei der Anwendung von Farben grösserer Valenz bedeutend steigen.

Das Ziel, welches ich mir bei vorstehender Arbeit gesteckt habe, ist die Analyse der Pigmentfarben unter den bei der praktischen Prüfung des Farbensinnes auf-

tretenden Verhältnissen. Daher habe ich den Einfluss der minimalen (resp. der maximalen) Intensität der Beleuchtung auf den Farbenton und die Intensität der Pigmentfarben, nicht in den Kreis der besprochenen Fragen ziehen können, und verweise auf die einschlägigen Arbeiten von Aubert, Chodin, Landolt, Charpentier, Albert, Cohn u. A.

Den Herren Dr. J. Stilling in Strassburg, Dr. Landolt in Paris, Prof. H. Cohn in Breslau, und insbesondere dem Herrn Prof. H. Aubert in Rostock, sage ich hiermit — für die liebenswürdige Unterstützung durch literarische und sachliche Winke — meinen herzlichen Dank!

St. Petersburg, Januar 1884.

Berichtigungen.

In der vorstehenden Arbeit muss es 1. auf p. 24 (Zeile 15 von unten) anstatt

$$= \frac{100.(90{,}1)^2}{e^2}\Big) =$$

richtig heissen:

$$= \frac{100\,e^2}{(90{,}1)^2}\Big) =$$

2. Auf p. 41, No. 14 in der VI. Colonne muss es anstatt 55,0 richtig heissen: **50,4.**

Der Verfasser.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. A Farbenmesser (aufgerichtet, und ohne den schwarzen Schirm mit Diaphragmenschiebern).
K_1 u. K_2 Kegelstumpfe;
S' rotirende Scheibe;
R Schwungrad.
B Gestell mit dem Farbenkreise (F).
C Spektroskop (die schwarze Kappe ist fortgelassen).
s_1, s_2, s_3 Spalte;
o Ocularrohr (ohne Gläser).

Fig. 2. Rotirende schwarz-weisse Scheibe.
b (Weisser) Doppelsector.

Fig. 3. Farbenmantel zu den Kegelstumpfen des Farbenmessers.

Fig. 4. Modificirtes Photometer (nach Rumford und Bertin-Sans).
R = Rolle, durch deren Drehung der Faden aufgewickelt und der Leuchter herangezogen wird.
K = Klemme zum Befestigen des Cartons.

Fig. 5. Schattenwerfender Körper zum Photometer (nat. Grösse).

Fig. 6. Apparat zum direkten Vergleich des Farbentones von Pigmentfarben bei diffusem Tageslicht und künstlicher Beleuchtung.
s_1 Vertikaler (seitlich um 45° gedrehter } Silberspiegel;
s_2 nach unten im Winkel von 45° geneigter } Silberspiegel;
R rotirende Farbenscheiben, von denen das Licht durch s_1 in das Visirrohr (o) reflectirt wird);
K innen geschwärzter Pappkasten;

5*

l Oeffnung zum Einschieben der farbigen Papiere
c Oeffnung, durch welche das Licht vom künstlich beleuchteten Pigment durch s_2 in (die untere Hälfte) des Visirrohres (o) reflectirt wird;
b verschiebbare Oeffnung über den Lichtkerzen.

Fig. 7. Farbenscheibe zur leichteren Bestimmung der Neutralen. Radius = 7 Cm. Jeder äussere Sector ist um 2 pCt. ($^2/_{100}$ der Peripherie) mehr ausgeschnitten, als der vorhergehende. Die Höhe = 1 Cm. (Beim Gebrauche wird diese Scheibe mit dem ausgezackten Rande über die andere geschoben).

Ueber normale Sehschärfe
und die Beziehungen der Sehschärfe zur Refraction.

Von

Ober-Stabsarzt Dr. Seggel in München.

Hierzu Tafel II (Schema I u. Schema II, Curven).

Man hat sich jetzt so allgemein daran gewöhnt, von einer normalen Sehschärfe als einem feststehenden Begriff zu sprechen, dass sogar in gesetzlichen Bestimmungen, wie sie z. B. die neue deutsche Rekrutirungsordnung bezüglich des Einflusses der Sehschärfe auf die Militärdiensttauglichkeit festsetzt, eine normale Sehschärfe und Bruchtheile derselben als Unterabtheilungen angenommen werden, ohne dass man sich gleichzeitig darüber ausspricht, welcher Grad von Sehschärfe als der normale zu gelten hat.

Es haben sich nun aber weder die Ophthalmologen unter sich, noch diese mit den Physiologen hierüber vollständig geeinigt, denn der Sehwinkel von 5′, den Snellen seinen Druckproben zu Grunde legt, ist lediglich ein conventionelles Mass, und wenn wir bisher gewohnt waren, ein Auge, das Snellen's No. XX auf 20 Pariser Fuss liest, da mit $S = \frac{20}{XX}$ ausgerüstet, als ein normalsichtiges zu betrachten, so sind dagegen schon mannig-

fache Einwendungen erhoben worden, nachdem recht häufig die Untersuchungen jugendlicher guter Augen einen viel höheren Durchschnittswerth für die Sehschärfe annehmen liessen. Ich sehe natürlich vorläufig noch ab von den anderen mit den Snellen'schen nicht genau correspondirenden Sehproben, welche ebensowohl den Anspruch machen können, das Mass für einen normalen Sehschärfegrad zu geben.

So hat schon Prof. H. Cohn im Jahre 1871 in seiner besonders noch in anderer Richtung interessanten Abhandlung: „Die Refraction der Augen von 240 atropinisirten Dorfschulkindern" Beobachtungen über eine ganz ausserordentliche hohe Sehschärfe der Kinderaugen berichtet und über nicht minder und insbesondere auch durch ihr Mengenverhältniss überraschend hohe Grade sind vom Ober-Stabsarzt Burchardt in der „Deutschen militärärztlichen Zeitschrift", Jahrg. 1873, pag. 627 noch eingehendere Mittheilungen gemacht worden. Derselbe hat die Augen von 237 Artilleristen, also jugendlicher aber erwachsener Leute untersucht, wie dies auch Stabsarzt Goedike that, der 180 Rekruten eines Infanterie-Bataillons prüfte und uns das Resultat in der eben genannten Zeitschrift, Jahrg. 1876, pag. 464, mittheilt.

Ausser von den drei genannten Forschern wurden meines Wissens eine grössere Reihe exacter Untersuchungen nicht gemacht, wenn ich von denen absehe, welche von Vraesom de Haan und Donders gemacht wurden und Snellen für Herstellung seiner Sehproben als Grundlage gedient haben. Von diesen letzteren differiren nun die Resultate Cohn's, Burchardt's und Goedike's ganz wesentlich, wie sie unter sich selbst auch nicht übereinstimmen, ausserdem dürfte aber auch durchweg die Zahl der untersuchten Augen keine genügend grosse gewesen sein, um daraus bindende Schlüsse zu ziehen.

Nächstdem hat nun Mauthner*) in seinen Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges den Wunsch ausgesprochen, dass durch eine grosse Anzahl von Bestimmungen der Winkel genau festgesetzt werden sollte, unter welchem ein normalsichtiges Auge einzelne Punkte differenzirt, und ebenso empirisch festzustellen, unter welchem Winkel zusammenhängende Schrift und einzelne Buchstaben erkannt werden. Letzteres Postulat zu erfüllen, d. h. mit Schriftproben Sehprüfungen im grösseren Massstabe vorzunehmen, fühlte ich mich schon länger gedrungen; nachdem es sich bei den mir zu Gebote stehenden Mitteln selbstverständlich nur um eine empirische Feststellung der Sehschärfe handeln konnte, mir aber hierzu wohl als Militärarzt die beste Gelegenheit geboten war. Besondere Veranlassung war mir noch gegeben, als mir die Aufforderung war, in dieser Richtung in der militärärztlichen Section der hier abgehaltenen Naturforscherversammlung einen Vortrag zu halten, welcher, wie ich jetzt gleich bemerken will, ein kurzes Resumé dieser Arbeit mit besonderer Bezugnahme auf militärische Interessen gab.

Mein Bestreben hatte sich nun, als ich an mein Vorhaben schritt, dahin zu richten, bei dem mir von Seiten der Dienststellen mit grösster Bereitwilligkeit zugestandenen reichlichen Material eine möglichst grosse Anzahl von Leuten in dem hierfür günstigsten Lebensalter — zwischen 20 und 25 Jahren — nach einer einfachen und doch zuverlässigen Methode zu untersuchen und hierbei genügend

*) Mauthner war in Innsbruck, wo er sich mit den Augen der Tyroler Bergbevölkerung beschäftigte, noch sehr geneigt, normale S höher als $\frac{20}{XX}$ anzunehmen, vergl. seine Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges 1876, p. 139. Jetzt unter dem Eindrucke der Augen der Wiener Stadtbevölkerung kommt er zur Ueberzeugung, dass ein höheres Mass als das Snellen'sche, an das Minimum der Normalsehschärfe nicht gelegt werden kann.

genaue, unter sich leicht vergleichbare Zahlenwerthe zu erhalten.

Bei dem zunächst vorwiegenden militärischen Interesse drängte sich mir auch die Frage auf, ob ich nicht an Stelle der Sehschärfe mit Correctur allenfallsiger Ametropie die des nicht adaptirten Auges, die sog. modificirte Sehschärfe oder, wie es Nagel recht passend bezeichnet, Distinctionsfähigkeit prüfen sollte, da letzterer eben in militärischem Sinne grösseres Interesse entgegengetragen wird und deshalb auch von meinen beiden obengenannten militärischen Vorgängern als Maassstab angenommen wurde. Allein abgesehen davon, dass ich schon aus dem Grunde die Sehschärfe stets mit genauester Correctur der Ametropie bemessen musste, um dem oben ausgesprochenen Desiderate nachzukommen, glaubte ich auch, wie ich an anderer Stelle zeigen werde, dem besonderen militärischen Interesse besser zu genügen, wenn ich mich an die wissenschaftlich exacte Methode hielt. Nächstdem überzeugte ich mich auch schon im Beginne meiner Untersuchungen, dass neben der Sehschärfe auch die Kenntniss der Refraction und die Beziehungen dieser zur Sehschärfe an Interesse gewinnt, woher es denn kam, dass gar vieles noch in den Bereich meiner Untersuchungen aufgenommen wurde und eingehendere Berücksichtigung fand, was ich a priori in der Absicht, ein möglichst quantitatives Ergebniss zu erreichen, unbeachtet lassen wollte.

Von Correctionsgläsern wählte ich die Burow'sche Reihe mit einem Refractionsintervall von $^1/_{120} = 0{,}33$ D, das schwächste Glas also hatte + oder — 120 Zoll Brennweite. Die empirische Reihe der gebräuchlichen Brillenkästen entsprach mir aber anderseits zu wenig genauen Anforderungen, nachdem mich schon vorbereitende Prüfungen überzeugt hatten, welch' eine beträchtliche Quote von Sehschärfe sich hinter einer solch minimalen Myopie $^1/_{120}$ versteckt und wie deren Vorkommen ein gar nicht

seltenes ist. Auch fand ich recht bald, dass die geringen Hypermetropiegrade bis zu $^1/_{120}$ bei dem guten Willen und genügender Intelligenz der untersuchten Leute sich mit Bestimmtheit optometrisch feststellen liessen.

Bei der Wahl der Probeobjecte hatte ieh nur zwischen den Snellen'schen Probetafeln von XX—C und der 1. Tafel der Burchardt'schen internationalen Sehproben mit den Distancen 51, $25^1/_2$ und 19 Fuss zu entscheiden. Bei den ersten Probeversuchen benützte ich zunächst die Snellensche Tafel und zwar die der deutschen Ausgabe von 1873 mit gothischen Lettern, weil die Mehrzahl unserer Soldaten die römischen nicht oder wenigstens nicht geläufig lesen kann.

Den Snellen'schen Leseproben gab ich erstens schon deshalb den Vorzug, weil sie nicht nur überwiegend im Allgemeinen, sondern auch besonders bei wissenschaftlichen Bestimmungen zu Grunde gelegt sind, zweitens aber auch, weil ich S auf grössere Entfernung und in verschiedenen Distancen prüfen wollte. Hierfür standen mir aber bei den Burchardt'schen Proben nur Punktgruppen für drei Distancen und für jede einzelne Distance wieder zu wenig Punktgruppen zu Gebote, auf die Distance von 60 M. = 51' gar nur eine einzige, während die Snellen'sche Tafel hier schon 4 Zeichen hat. Bei Massenuntersuchungen wird die Anzahl der Tüpfel den Leuten überdies bald bekannt und lässt sich kein reines Untersuchungsresultat erzielen.*)

Einmal war ich geneigt, doch den Burchardt'schen Proben den Vorzug zu geben, als ich mich überzeugte, dass die Ergebnisse bei der Snellen'schen Tafel für die verschiedenen Distancen recht häufig nicht congruent sind, ein Uebelstand, den ich von den B.'schen Proben bei

---

*) Die neueste Ausgabe der Burchardt'schen internationalen Sehproben von 1883 hilft diesem Uebelstande allerdings in zweckentsprechendster Weise ab, doch ist das weiter unten Bemerkte auch für die neue Ausgabe zutreffend.

ihrer mathematisch genauen Construction nicht erwartete, und ich hätte dann sogar davon abgesehen, dass der Gesichtswinkel von 2,15 Minuten, den B. für Unterscheidung zweier Punkte von normalsichtigen Augen zu Grunde legt, dem, den Snellen für das Erkennen von Buchstaben, beziehungsweise deren Linien und Interlinien, nämlich einen solchen von 5 bez. 1 Minute angenommen hat, nicht adäquat ist.

Mauthner hat schon diesen Uebelstand urgirt und hierüber in seinen Vorlesungen bemerkt, dass, wenn es auch richtig ist, bei Differenzirung von Punkten nicht von einem Winkel von 1′ auszugehen, doch der von B. zu Grunde gelegte Sehwinkel zu gross ist.

Die Ursache, warum Snellen's Probebuchstaben auf die verschiedenen Distancen häufig nicht congruente Resultate gaben, liegt ja bekanntlich darin, dass die Buchstaben nicht alle so gewählt werden konnten, dass zum Erkennen derselben stets die gleiche Sehschärfe erforderlich wäre, ein Vorwurf, der besonders die deutsche Ausgabe mit den gothischen Lettern trifft, während die Differenzen bei den römischen — mehr quadratischen Buchstaben — weniger relevant sind. Allein wie schon bemerkt, stand mir die Wahl zwischen diesen beiden nicht frei.

Bald fand ich jedoch bei meinen zwischen beiden Leseproben, den Snellen'schen und Burchardt'schen, vergleichenden Versuchen, dass die Incongruenz des für S auf die verschiedenen Distancen gefundenen Werthes den letzteren ebenso und fast noch in höherem Grade zur Last fällt.

Nebenstehende Tabellen werden dies am besten veranschaulichen, zunächst zeigt Tabelle I., welche das Resultat der bei 123 Mann angestellten Sehversuche ergiebt, wie S je nach der Wahl der Probenummer bez. Buchstabengrösse zwischen No. XX, XXX und XL auffällig häufig

Tabelle I.

Fortlaufende No.	Es wird gelesen Snellen No. XX XXX XL auf Fuss					S im Mittel in 20teln	Bemerkungen.
1	27	36	24	50	25	25	
2	26	35	23	45	22½	24	
3	24	33	22	46	23	23	
4	26	39	26	50	25	26	
5	23	30	20	40	20	21	
6	16	24	16	36	18	16	
7	21	31	21	39	19	21	
8	20	25	17	32	16	18	
9	27	42	28	54	27	27	
10	21	31	21	50	25	22	
11	18	27	18	36	18	18	
12	20	30	20	40	20	20	
13	23	36	24	46	23	23	
14	26	36	24	46	23	24	
15	26	32	21	50	25	24	
16	25	33	22	46	23	23	
17	21	33	22	44	22	22	
18	18	27	18	36	18	18	
19	25	40	27	50	25	25½	
20	20	27	18	40	20	19	
21	28	36	24	47	24	25	
22	18	23	16	32	16	17	
23	28	35	24	50	25	26	
24	18	28	18	40	20	19	
25	27	36	24	52	26	26	
26	26	33	22	50	25	24	
27	19	27	18	36	18	18½	
28	24	33	22	42	21	22	
29	17	27	18	38	19	18	
30	20	30	20	40	20	20	
31	27	36	24	42	21	24	
32	22	32	22	45	22	22	
33	19	27	18	36	18	18	

Fortlaufende No.	Es wird gelesen Snellen No. XX XXX XL auf Fuss					S im Mittel in 20teln	Bemerkungen.
34	28	32	22	50	25	25	
35	23	35	24	50	25	24	
36	30	40	26	56	28	28	
37	25	36	24	46	23	24	
38	20	30	20	40	20	20	
39	27	36	24	45	23	24	
40	30	41	28	60	30	29	
41	22	28	19	43	22	21	
42	23	30	20	45	22	22	
43	24	24	16	45	23	21	
44	27	33	22	46	23	24	
45	22	30	20	42	21	21	
46	12	20	14	26	13	13	Monoc.
47	10	**15**	**10**	20	10	10	
48	23	33	22	50	25	23	
49	21	30	20	50	25	22	
50	21	32	21	42	21	21	
51	25	32	21	45	23	23	
52	23	28	18	49	25	22	
53	26	36	24	50	25	25	
54	26	33	22	40	20	23	Monoc.
55	23	32	22	50	25	24	
56	21	28	18	40	20	20	$M^{1}/_{120}$ o. Correct.
57	20	31	20	45	23	21	
58	27	35	23½	45	22½	24	
59	26	35	23½	45	22½	24	
60	23	31	20½	45	22½	22	
61	30	42	28	60	30	29	
62	24	32	22	40	20	22	
63	19	29	19½	45	22½	21	
64	26	38	26	50	25	26	
65	23	26	18	30	15	19	
66	23	33	22	45	22½	22½	

Fortlaufende No.	Es wird gelesen Snellen No. XX auf Fuss	XXX		XL		s im Mittel in 20teln	Bemerkungen
67	21	25	16	40	20	19	
68	25	37	24	51	26	25	
69	25	36	24	49	25	25	
70	18	24	16	39	20	18	
71	20	30	20	50	25	22	
72	20	32	22	45	22	21	
73	31	30	20	50	25	22	
74	24	33	22	45	23	23	
75	23	28	18	36	18	20	
76	22	33	22	43	22	22	
77	22	30	20	40	20	21	
78	22	33	22	44	22	22	
79	18	31	21	45	23	20	
80	23	32	22	45	23	22	
81	27	32	22	42	21	23	
82	24	32	22	44	22	23	
83	24	30	20	40	20	21	
84	23	34	22	42	21	22	
85	24	30	20	45	23	22	
86	15	23	16	31	15	15	
87	23	30	20	50	25	23	
88	20	30	20	36	18	19	
89	31	40	26	55	28	38	
90	15	25	16	30	15	16	
91	23½	35	23½	45	23	23	
92	20	30	20	40	20	20	
93	21	30	20	42	21	21	
94	20	30	20	40	20	20	
95	18	27	18	35	18	18	
96	17	—	—	38	19	18	
97	23	38	26	50	25	25	
98	17	24	16	—	—	16½	
99	21	33	22	45	22½	22	
100	21	32	22	50	25	23	
101	26½	35	24	50	25	25	
102	26	40	26	50	25	25½	
103	26	35	24	—	—	25	
104	20	30	20	40	20	20	
105	20	30	20	40	20	20	
106	33	48	32	—	—	33	
107	15	—	—	30	25	15	
108	26	35	24	50	25	25	
109	20	30	20	50	25	22	
110	20	30	20	40	20	20	
111	28	32	22	50	25	25	
112	28	34	22	45	23	24	
113	20	30	20	40	20	20	
114	22	30	20	50	25	22	
115	18	24	16	36	18	17	
116	35	35	24	—	—	29	
117	20	30	20	40	20	20	
118	15	24	16	30	15	15½	
119	30	42	28	60	30	29½	
120	20	24	16	36	18	18	
121	18	25	16	40	20	18	
122	32	45	30	64	32	31	
123	12½	—	—	25	12½	12½	
Sa.	2781	3788	:119	5194	:119	2750	
	22⅔	21⅓ (32)		22 (44)		22⅓	

$$S = \frac{22}{xx}.$$

einen verschiedenen Werth annahm. Die Versuche sind mit intelligenten Leuten gemacht, deren Angaben in jeder Beziehung als zuverlässig gelten können.

Bei No. 1 dieser Tabelle sehen wir z. B., dass die Sehschärfe $= \frac{27}{XX}$, dann $= \frac{36}{XXX}$ und endlich $= \frac{50}{XL}$ gefunden wurde. Die den letzteren beiden Werthen in der Tabelle beigesetzte Zahl (Colonne 4 und 6) giebt den auf 20tel reducirten Werth $\frac{36}{XXX} = \frac{24}{XX}; \frac{50}{XL} = \frac{25}{XX}$. Gehen wir weiter die Reihen durch, so finden wir von den 123 Untersuchten nur bei 40 — den einfach unterstrichenen Reihen — also nur bei dem dritten Theile einen für die drei gewählten Distancen gleichen oder nahezu gleichkommenden, nicht mehr als $1/20$ Differenz zeigenden Werth, in allen übrigen variiren die Werthe in mehr oder weniger hohem Grade. Die grösste Incongruenz zeigen 2 (doppelt unterstrichene) Fälle, No. 43 und 116, wo die Werthe $\frac{24}{XX}$ und $\frac{24}{XXX} = \frac{16}{XX}$ ferner $\frac{35}{XX}$ und $\frac{35}{XXX} = \frac{24}{XX}$ gefunden wurden, Snellen No. XXX also auf keine grössere Distance als No. xx gelesen wurde. Ausserdem differiren noch zwei weitere nicht unerheblich, wo sich die Werthe (No. 34) $\frac{28}{XX}, \frac{32}{XXX} = \frac{22}{XX}$ und $\frac{50}{XL} = \frac{25}{XX}$ dann (No. 44) $\frac{27}{XX}, \frac{33}{XXX} = \frac{22}{XX}$ und $\frac{46}{XL} = \frac{23}{XX}$ ergaben, also eine Differenz von $\frac{5}{20}$ und $\frac{6}{20}$ bestand.

Im Allgemeinen aber ergab sich, dass zwar für die Probe XX der höchste, für XX der geringste und XL ein mittlerer Werth von S gefunden wurde, sich diese jedoch nicht sehr erheblich differenzirten. Summirte ich nämlich die drei Reihen I., II. und III. und dividirte jede einzelne mit der Anzahl der Untersuchten, so erhielt ich als Durch-

schnittswerth für Probe XX $S = \frac{22^2/_3}{XX}$, für Probe XXX $S = \frac{31}{XXX}$ und für Probe XL $S = \frac{44}{XL}$. Reducirt man diese letzteren beiden Werthe auf 20tel, so stehen sich für die drei ausgewählten Buchstabengrössen die Werthe

$$\frac{22^2/_3}{XX}, \quad \frac{21^1/_3}{XX} \text{ und } \frac{22}{XX}$$

gegenüber. — Die Ursache, warum bei Probe XXX durchschnittlich ein geringerer Grad von Sehschärfe gefunden wurde, der in zwei oben angeführten Fällen sogar ein exedirender war, lag vorzugsweise in der Schwierigkeit, die Buchstaben s und l zu erkennen, also nicht in der Buchstabengrösse, sondern in deren Form. Bei Probe XX wurde der dritte Buchstabe "e relativ am schwierigsten gelesen — vom Buchstaben z habe ich völlig abgesehen, da er selbst von besseren Augen schwer erkannt wurde — bei Probe XL waren es die beiden letzten Buchstaben w und k. Ich bemerke jedoch ausdrücklich, dass auch diese schwierigeren Buchstaben, mit einziger Ausnahme des z, auf die eingetragenen Distanzen wirklich gelesen wurden.

Die gleichen Versuche machte ich nun bei 107 Mann mit den Burchardt'schen Proben, deren Resultate Tabelle II. giebt. Diese zerfällt in zwei Abtheilungen, in beiden giebt Colonne I., II., III. an, in welcher Entfernung die Punktgruppen, welche auf 51, 25½ und 19′ bez. 16, 8 und 6 M gezählt werden sollen, von jedem einzelnen Manne wirklich gezählt wurden. Bei No. 1 ist z. B. zu ersehen, dass No. 51 auf 72, No. 25½ nicht nur auf 36, sondern sogar auf 40 und No. 19 wieder nur auf 24′ gezählt wurde, ein übrigens gar nicht einmal sehr variirendes Resultat, da sich hier $\frac{72}{51}, \frac{80}{51}$ und $\frac{65}{51}$ gegenüberstehen. Gehen wir nun hier die Reihen durch, so finden wir nur in 27 (unter-

nen) Fällen, also nur bei $\frac{1}{4}$ der Untersuchten, die gewünschte Congruenz der Formeln für S auf die verschiedenen Distanzen, obgleich hier eine Differenz von $\frac{2}{XX}$ noch unberücksichtigt blieb. Ausserdem sind einzelne Differenzen noch sehr beträchtlich, so z. B. bei No. 16: $\frac{90}{51}, \frac{48}{25^1/_2}$ und nur $\frac{23}{19}$; No. 24: $\frac{70}{51}, \frac{40}{25^1/_2}, \frac{19}{19}$; No. 100: $\frac{75}{51}, \frac{35}{25^1/_2}, \frac{18}{19}$. Am wesentlichsten ist die Differenz zwischen der 2. Probe, die auf $25^1/_2{}'$ und der 3., die auf 19′ gezählt werden soll. Während man nämlich bei der ersteren fast constant einen höheren Werth für S bekommt und zwar vorwiegend noch einen höheren als für Probe 1 (51′), ist der für die letztere (3.) aus drei Punktgruppen zusammengesetzten Probe gefundene Werth von S meistens

Tabelle II A.

Fortlaufende No.	Von Burchardt's Proben wird gezählt No. 51 auf Fuss	No. 25½	No. 19	Snellen XX wird gelesen auf	S im Mittel XX XXX XL	No. der Tabelle I.	Fortlaufende No.	Von Burchardt's Proben wird gezählt No. 51 auf Fuss	No. 25½	No. 19	Snellen XX wird gelesen auf	S im Mittel XX XXX XL	No. der Tabelle I.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.		I.	II.	III.	IV.	V.	IV.
1	72	40	24	24	23	5	12	59	29	18	27	24	44
2	32	20	11	16	16	6	13	70	37	23	23	23	48
3	90	52	32	27	27	9	14	63	38	24	25	23	51
4	64	30	18	20	20	12	15	81	46	23	23	22	52
5	90	45	26	26	24	14	16	90	48	23	27	24	58
6	51	33	22	25	23	16	17	52	30	18	19	21	63
7	68	36	21	18	18	18	18	92	46	31	25	25	68
8	86	40	25	28	25	21	19	42	26	18	21	22	73
9	45	27	18	18	19	24	20	55	31	20½	22	22	76
10	65	39	24	28	25	34	21	70	24	20	22	21	77
11	70	40	24	30	29	40							

Fortlaufende No.	Von Burchardt's Proben wird gezählt: No. 51 auf Fuss	No. $25\frac{1}{2}$ auf Fuss	No. 19 auf Fuss	Snellen XX wird gelesen auf	S im Mittel XX XXX XL	No. der Tabelle I.
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
22	63	32	20	24	22	85
23	70	44	23	21	21	93
24	70	40	19	20	20	94
25	100	44	31	31	28	89
26	70	37	22	26	25	101
27	60	30	20	20	20	104
28	65	41	27	20	20	105
29	36	20	15	15	15	107
30	73	40	31	28	25	111
31	57	33	24	20	20	113
32	46	28	16	15	16	90
33	60	29	18	20	20	117
34	40	17	12	15	$15\frac{1}{2}$	118
35	90	48	32	30	$29\frac{1}{2}$	119
36	50	28	17	18	18	121
37	80	44	26	23	23	87
38	90	51	30	25	27	
39	62	29	18	24	23	74
40	85	40	21	29	28	
41	60	27	20	27	26	35
42	85	40	23	23	23	
43	100	50	36	32	31	123
Sa.	2914	1549	964	1000	972	
: 43	68	36	22,4			
in 20tel	$26\frac{2}{3}$ / XX	$28\frac{1}{4}$ / XX	$23\frac{3}{5}$ / XX	$23\frac{1}{4}$ / XX	23 / XX	
	26,05 / XX (I.–III.)					

Tabelle II B.

Fortlaufende No.	Von B.'s Proben werden gezählt: No. 51 auf Fuss	No. $25\frac{1}{2}$ auf Fuss	No. 19 auf Fuss	Snellen No. XX wird gelesen auf	Bemerkungen.
	I.	II.	III.	IV.	
44	100	50	30	31	
45	60	36	16	24	
46	27	29	17	26	
47	70	35	25	24	
48	60	30	19	24	
49	66	33	24	24	
50	70	35	24	24	
51	70	35	24	35	
52	76	38	27	30	
53	60	33	15	25	
54	90	45	25	35	
55	80	40	30	30	
56	60	31	22	22	

Fortlaufende No.	Von B.'s Proben werden gezählt: No. 51 auf Fuss	No. $25\frac{1}{2}$ auf Fuss	No. 19 auf Fuss	Snellen No. XX wird gelesen auf	Bemerkungen.
	I.	II.	III.	IV.	
57	60	33	21	20	
58	52	24	14	20	
59	46	23	18	19	
60	60	31	20	25	
61	70	33	21	20	
62	60	37	24	30	
63	62	30	21	26	
64	62	41	24	23	
65	54	31	20	21	
66	45	22	17	21	
67	70	39	24	27	
68	46	27	17	17	
69	80	43	27	25	
70	70	30	20	26	
71	75	30	22	23	
72	90	48	31	27	
73	70	31	24	28	
74	70	30	21	21	
75	75	31	23	30	
76	90	37	26	30	
77	70	25	16	16	
78	66	30	22	20	
79	70	30	20	20	
80	75	45	32	27	
81	71	37	22	25	
82	83	45	32	24	
83	85	42	29	24	
84	53	30	18	24	
85	63	37	27	27	
86	85	42	29	23	
87	122	62	47	32	
88	75	44	24	25	
89	116	53	38	24	
90	112	62	40	29	
91	70	30	22	19	
92	87	40	26	25	
93	87	50	35	23	
94	66	41	25	23	
95	68	36	23	23	
96	50	30	20	19	
97	70	30	19	20	
98	75	40	27	31	
99	77	40	19	25	
100	75	35	18	29	
101	68	30	18	20	
102	75	40	28	27	
103	75	40	28	24	
104	60	36	24	24	
105	102	51	32	30	
106	80	39	27	29	
107	64	34	19	26	
Sa.	4636	2347	1539	1590	
: 64 =	$72\frac{1}{2}$	$36\frac{7}{10}$	24	$24\frac{21}{25}$	
in 20teln	$\frac{28,4}{XX}$	$\frac{28,8}{XX}$	$\frac{25,3}{XX}$	$\frac{24,84}{XX}$	
Sa. A.	2914	1549	964	1000	
Sa. B.	4636	2347	1539	1590	
Total	7550	3896	2503	2590	
: 107	$70\frac{1}{2}$	$36\frac{1}{3}$	$23\frac{2}{5}$	$24\frac{1}{5}$	
in 20teln	$\frac{27,65}{XX}$	$\frac{28,5}{XX}$	$\frac{24,6}{XX}$	$\frac{24,2}{XX}$	
		$\frac{27}{XX}$	:	$\frac{24}{XX}$	

auffällig klein. Besonders die aus 6 Tüpfeln bestehende Gruppe links unten wurde schwer gezählt und erforderte grössere Annäherung. Dies Verhältniss zwischen den drei Distanzen stellt sich dann auch heraus, wenn man die Columnen I., II. und III. einzeln summirt und durch die Anzahl der Untersuchten dividirt. Als Durchschnittswerth von S für die grösste Punktgruppe erhält man nämlich $\frac{70^1/_2}{51}$, für die zwei mittleren Punktgruppen $\frac{36^1/_3}{25^1/_2}$ und für die drei unteren $\frac{23^2/_5}{19}$. Auf 20tel reducirt, resultirt für

$$\text{Gruppe I. } S = \frac{27{,}65}{XX}$$

$$\text{„ II. } S = \frac{27{,}5}{XX}$$

$$\text{„ III. } S = \frac{24{,}6}{XX}$$

somit ein Mittelwerth von $\frac{27}{XX}$ (26,92).

Columne IV. giebt die Sehschärfe desselben Individuums nach Snellen mit Probe XX (gothische Lettern) gemessen, für 43 Fälle habe ich noch eine Columne V. angefügt, welche den Mittelwerth von S zwischen den Snellen'schen Proben XX, XXX und XL angiebt; als sich jedoch herausstellte, dass die auf die Einfache berechneten Summen von Col. IV. und V.: $\frac{23^1/_4}{XX}$ und $\frac{23}{XX}$ zu unwesentlich differiren, sah ich bei den weiteren Untersuchungen von diesem Mittelwerthe ab und führte nur noch Col. IV. fort, welche mir zugleich ein erwünschtes Vergleichsobject mit der nebenstehenden Col. III. gab, in welcher die bei Burchardt's 3. Probe gefundene S eingetragen ist. Die Distanz zwischen letzteren beiden Proben Sn. XX und B. 19′ differirt zwar um 1′, diese bieten jedoch das günstigste Vergleichsobject, nachdem für B.'s Probe auf $25^1/_2$′ keine

analoge Snellen'sche zu Gebote steht und B.'s Probe auf 51′, welche allerdings Sn.'s Probe L′ am nächsten stehen würde, für exacte Vergleichsversuche, aus schon erwähnten Gründen, zu unzuverlässig ist. Endlich giebt noch Col. VI. die No. desselben Individuums in Tabelle I.

Vergleicht man nun Col. III. und IV., so ergiebt sich — natürlich B. 19 proportional zu Sn. XX angenommen — unter 107 Untersuchten für S, nach B. gemessen, bei 53 ein höherer, bei 40 ein niederer und nur bei 14 ein gleicher Werth, ferner dass sich die Durchschnittswerthe wie 24,6 (B. 19′) zu 24,2 (Sn. XX) verhalten, somit allerdings eine ziemlich gleiche Durchschnittsgrösse zeigen. Allein wir stossen auf zu grosse individuelle Schwankungen zwischen beiden Durchschnittswerthen und zwar nach entgegengesetzten Richtungen. Folgende zwei Reihen werden dies am Anschaulichsten vorführen, wozu nur noch zu bemerken ist, dass bei den in die linke Reihe aufgenommenen Fällen S, mit B.'s Proben gemessen, besser sich darstellte, während die Fälle der rechten Reihe mit Sn.'s Proben einen höheren Grad von S ergeben:

No. 18:	B. $\frac{31}{19}$	Sn. $\frac{25}{XX}$	No. 39:	B. $\frac{18}{19}$	Sn. $\frac{24}{XX}$
No. 28:	B. $\frac{27}{19}$	Sn. $\frac{20}{XX}$	No. 40:	B. $\frac{21}{19}$	Sn. $\frac{29}{XX}$
No. 87:	B. $\frac{47}{19}$	Sn. $\frac{32}{XX}$	No. 51:	B. $\frac{24}{19}$	Sn. $\frac{35}{XX}$
No. 89:	B. $\frac{38}{19}$	Sn. $\frac{24}{XX}$	No. 100:	B. $\frac{18}{19}$	Sn. $\frac{29}{XX}$
No. 93:	B. $\frac{35}{19}$	Sn. $\frac{23}{XX}$	No. 107:	B. $\frac{19}{19}$	Sn. $\frac{26}{XX}$

Vergleichen wir endlich noch die Mittelwerthe von S für die drei nach B. gemessenen Entfernungen einer- und den nach Snellen gefundenen anderseits, so erhalten wir in den 43 ersten Fällen, wo Col. V. den Durchschnittswerth von 3 mit verschiedenen Snellen'schen Druckproben

gemachten Prüfungen repräsentirt, das Verhältniss: S nach Burchardt zu S nach Snellen = 26:23, in den weiteren 64 Fällen wie 27,5:24,84 und in allen 107 Fällen zusammen wie 27:24,2 und somit dürfte das Verhältniss 27:24 = 9:8 dasjenige sein, welches bei dem Vergleiche beider Systeme zu Grunde zu legen ist. (Die Reduction von 24,2 auf 24 ist nämlich nicht nur statthaft, sondern sogar geboten, weil, wie Tabelle I. und Tabelle II., Abtheilung A, zeigt, S im Mittel nach Sn. im gleichen Verhältnisse geringer ist, als nur mit Sn. XX gemessen, eine Rücksicht, die für die 64 Fälle der Abtheilung B. von Tabelle II. ausser Acht gelassen wurde.)

Zog ich nun die Consequenzen aus den beiden Beobachtungsreihen, so ergaben sich mir für meine Sehschärfeprüfungen folgende Regeln:

1. Von den zu wählenden Probeobjecten verdienen die Snellen'schen den Vorzug.

2. Das für gewöhnliche Untersuchungen gebräuchliche Verfahren, den zu Untersuchenden auf XX zu stellen und durch einen Bruch mit XX im Zähler und der Probenummer im Nenner, welche noch gelesen werden kann, ist für genauere Prüfung selbst bei Massenuntersuchungen nicht zulässig, insbesondere wenn man die deutsche Ausgabe von Snellen benutzt, da die bei obigem Verfahren am häufigsten in Frage kommende No. XXX unverhältnissmässig schwer zu erkennende Buchstaben enthält, eine so erhobene S von $\frac{XX}{30}$, also einen absolut höheren Werth repräsentirt.

3. Obgleich es genügen dürfte, einzelne später zu erwähnende Fälle ausgenommen, die Distanz — auf Fuss abgerundet — anzugeben, in welcher No. XX gelesen wird, so empfiehlt es sich doch und habe ich es in der That durchweg, schon im Interesse einer genauen Controle, aus-

geführt, mindestens noch, und zwar vorausgehend, die grösste Distanz zu suchen, in welcher No. XL gelesen wird, und bei Differenz aus beiden Werthen das Mittel zu ziehen.

4. Bedienen wir uns bei Analphabeten — ich bemerke jedoch, dass sich unter den von mir untersuchten Soldaten kaum 1% von solchen befindet — der Burchardt-schen internationalen Sehproben, welchen ich vor den Snellen'schen Hacken hier unbedingt den Vorzug gebe, so darf der so erhaltene Werth für S nicht sofort den übrigen mit den Snellen'schen Druckproben gefundenen Werthen gleichgesetzt werden, sondern es ist der nach B. zwischen 25½ und 19', analog Satz 3, gefundene Mittelwerth nach dem Verhältniss 9:8 zu reduciren, d. h. mit $^{8}/_{9}$ zu multipliciren.

Mauthner findet die Differenz grösser, indem er annimmt*), dass eine Sehschärfe = 1 nach Snellen wenigstens 1¼ nach Burchardt ist, also das Verhältniss letzterer zu ersterer = 5:4 setzt. M. hat uns jedoch nicht angegeben, ob sich seine Annahme auf eine grössere Reihe von Untersuchungen stützt, und worauf ich besonders Gewicht legte, ob das von ihm aufgestellte Verhältniss mit Zugrundelegung eines Mittelwerthes zwischen mehreren Distanzen berechnet ist; so dass ich mich wohl berechtigt halten darf, für meine Verhältnisszahlen die Richtigkeit zu beanspruchen.

Derselbe Autor giebt l. c. auch die Gründe an, worauf es beruht, dass wir auf die verschiedenen Distanzen einen verschiedenen Werth von S mit Burchardt's Sehproben erhalten. Der erste ist ein technischer: bei B.'s Probetafeln [illegible] in Folge der photographischen Darstellung der Grund nicht rein weiss, sondern grau und

* pag. [illegible] seiner Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges.

was das Schlimmste, die Dunkelheit des Grundes nicht auf allen Tafeln eine gleichmässige, sondern nehme, je feiner die Punktgruppen werden, immer mehr zu. Dies Moment kommt jedoch, glaube ich, nur zwischen den grössten und kleinsten Proben und bei der neuen Ausgabe überhaupt nicht in Betracht, also beim Vergleich zwischen S in der Ferne und in der Nähe. Dagegen aber geben mir meine Untersuchungen Anlass, den zweiten sachlichen Grund, den M. gegen die B.'schen Proben anführt, bestätigt zu sehen. Es ist der, dass das Zählen der Punkte auf grössere Entfernung, wobei also nicht der Finger beim Zählen auf jeden Punkt gelegt werden kann, eine gewisse Intelligenz erfordert, ich kann sogar hinzufügen, eine grössere Intelligenz, oder vielleicht eine bessere natürliche Begabung, als das Lesen bez. Erkennen von Buchstaben, und hierin lag für mich ein weiterer Grund, den Snellen'schen Sehproben bei meinem Untersuchungsmaterial den Vorzug zu geben. Würde ich mit B.'s Proben untersucht haben, so würden meine Untersuchungen schon aus diesem letzteren Grunde längere Zeit und grössere Mühe erfordert haben, da die meisten der von mir Untersuchten der Landbevölkerung angehörten und im Zählen der Punkte viel weniger geschickt waren als im Lesen der Buchstaben. Es kann in diesem Umstande auch vielleicht die Ursache liegen, warum M.'s und meine Verhältnisszahl zwischen S nach Snellen und Burchardt differiren.

Nachdem ich nun die Richtpunkte erörtert, die mich bei meinen Untersuchungen leiteten, habe ich nur noch einige allgemeine Bemerkungen anzufügen.

Die Sehprüfungen wurden im Freien und nur ausnahmsweise (bei drückender Sonnenhitze) in einem hellen nach Norden, mit vielen und grossen Festern, gelegenen Corridore der freiliegenden grossen Infanteriecaserne vorgenommen, und waren an beiden Plätzen die Entfernungen

in Pariser Fuss genau abgesteckt und angemerkt. Eine ganz gleichmässige Beleuchtung, wie sie bei leicht bedecktem Himmel, klarer und möglichst stiller Luft uns zur Verfügung steht, ist nun für solche Untersuchungen eine wohl berechtigte aber schwer zu erfüllende Forderung, insbesondere bei einem so ungünstigen Sommer (1877) und bei Untersuchung einer grösseren Anzahl von Leuten, die gerade bei gutem Wetter im Dienste beschäftigt sind und nicht zur Verfügung stehen, gleichwohl glaube ich berechtigten Ansprüchen Genüge geleistet zu haben. Ich habe nämlich auch bezüglich der Beleuchtung vorausgehende vergleichende Untersuchungen gemacht, die ich im weiteren Verlaufe derselben stets bestätigt gefunden habe. Deren Ergebnisse waren in Kurzem folgende: das Verhältniss zwischen günstigster und ungünstigster Tagesbeleuchtung für gute Augen von $S = \frac{20}{XX}$ und besser ist 30 : 25. Mit $\frac{6}{5}$ wäre also die für gute Augen bei sehr herabgesetzter Tagesbeleuchtung, wie sie z. B. einem mit schweren Regenwolken dicht behängten Himmel entspricht, gefundene S zu multipliciren. Diese Proportion nimmt aber bei geringerer Sehschärfe im umgekehrten Verhältnisse zu und erhöht sich z. B. bei $S = \frac{12}{XX}$ auf nahezu $\frac{4}{3}$ bei $S = \frac{6}{XX}$ auf $\frac{3}{2}$ und zwar mit ganz geringen individuellen Abweichungen, wenn die Abnahme der Sehschärfe auf intraoculären Veränderungen und nicht auf Brechungsanomalien beruht. Zur genaueren Differenzirung war mein pathologisches Material ein zu geringes.

Mit Vorstehendem contrastirt nicht, dass ich auch Burchardt's Beobachtungen bestätigt gefunden habe, dass, wenn die Lichtstärke beträchtlich genug ist, um ein normal scharfes Sehen zu gestatten, eine noch stärkere

Beleuchtung der Gegenstände die Fähigkeit des Unterscheidens im Allgemeinen nicht steigert.

Nicht uninteressant dürfte noch die Beobachtung sein, dass das Erkennen der verschiedenfarbigen Buchstaben auf Stilling's Tafeln, mit denen ich ebenfalls Versuche anstellte, mit der oben angegebenen Beleuchtungsdifferenz correspondirte. Es wurden nämlich die grünen und rothen Buchstaben bei sehr heller, die blauen bei herabgesetzter Beleuchtung relativ besser gesehen, alle drei Farben verhalten sich aber zu Braun, welches fast gleich schwarzen Buchstaben auf weisser Tafel gelesen wird, bei guter mittlerer Tagesbeleuchtung gemessen, wie sich die Sehschärfe bei schlechtester Tagesbeleuchtung zu der bei günstigster, nämlich wie 5 : 6, verhält. — Ich bemerke ausserdem noch ausdrücklich, dass ich, um der genügenden Beleuchtung sicher zu sein, bei jeder Untersuchung stets die Probe mit meinen eigenen mit $S = 1$ und überdies noch mit denen meines Dieners, welcher $S = \frac{35}{XX}$ hatte, machte.

Es wurde nun zunächst jedes Auge einzeln für sich und dann S binoculaer geprüft, in zweifelhaften Fällen auch mit einer anderen Sehprobe, der analogen Jaeger-schen, oder lieber, wenn angänglich, mit Snellen's römischen Lettern untersucht, dann ausser der Sehschärfe auch die genauest optometrisch eruirte Refraction, ebenfalls auch monoculaer geprüft, in je eine Columne der zu diesem Zwecke angetragenen Listen. Diese Listen waren namentliche Verzeichnisse, welche auch Alter, Charge, Civilberuf und die Schiessklasse der Untersuchten enthielten. Nächstdem prüfte und notirte ich auch den ungefähren binocularen, bedingungsweise auch den monoculaeren Nahpunkt, um die optometrische Bestimmung der Refraction zu controliren; ein Hilfsmittel, dessen consequente Anwendung ich für dergleichen Untersuchungen nicht genug empfehlen kann. Es genügt zur beiläufigen Orientirung vollständig,

wenn man von Jaeger und selbst Snellen No. 1 (bei Leuten insbesondere, die nicht recht fertig lesen) rasch ein paar Worte in möglichster Nähe lesen lässt und mit dem Zollstab die Entfernung der Schrift von der Pupillarebene misst, während hierfür bei Myopen und den gebildeteren Ständen angehörigen Leuten die feinen B.'schen Punktgruppen, die sonst zu viel Zeit in Anspruch nehmen würden, den Vorzug verdienen. Ich war freudig hierbei überrascht, wie constant sich — natürlich mit kleinen Schwankungen — die Donder'sche Berechnung der Accommodationsbreite für die hier in Frage kommenden Lebensalter erwies.

Bei nachgewiesener Myopie wurde in einer Nebenliste die modificirte Sehschärfe, Distinctionsfähigkeit, ebenfalls monoculaer und binoculaer, die Pupillenweite und ob Brillen getragen wurden oder nicht, notirt, endlich wurde auch noch die Ursache herabgesetzter Sehschärfe auf Grund ophthalmoskopischer Untersuchung in einer Rubrik bemerkt, ebenso der ophthalmoskopische Refractionszustand bei optometrisch constatirter Ametropie oder wenn die dem Fernpunkt nicht entsprechende Lage des Nahpunktes zu dieser Untersuchung aufforderte.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Zeit von April bis Juli incl. 1877 und wurden denselben 1560 Mann unterworfen.

Die Ergebnisse der Untersuchung finden sich nun in Tabelle III. zusammengestellt, deren Eintheilung wohl keiner näheren Erklärung bedarf und der sich nun Folgendes entnehmen lässt:

Der höchte Grad von Sehschärfe, der beobachtet wurde, ist $\frac{35}{XX}$ und zwar nur bei 8 Augen bez. 4 Individuen, eine doppelt so grosse Sehschärfe als die bisher als normal angenommene oder gar noch höhere wurde also nicht gefunden. Mit Burchardt's Proben geprüft, würde

Tabelle III A. I. Sehschärfe der linken und rechten Augen.

1. Augenzahl	35/II	34/II	33/II	32/II	31/II	30/II	29/II	28/II	27/II	26/II	25/II	24/II	23/II	22/II	21/II	20/II	19/II	18/II	17/II	16/II	15/II	14/II	13/II	12/II	11/II	10/II	9/II	8/II	7/II	6/II	5/II	4/II	3/II	2/II	1/II	unter 1/II
Linke: 1560	4	—	3	3	12	44	22	39	61	87	147	129	102	118	100	257	64	65	44	30	63	32	12	22	10	28	2	11	4	9	6	9	2	10	2	7
Rechte: 1560	4	—	2	3	12	50	22	37	62	85	149	130	107	116	103	243	58	61	46	30	55	32	14	19	7	33	7	20	4	20	4	10	7	5	3	—
Summa: 3120	8	—	5	6	24	94	44	76	123	172	296	259	209	234	203	500	122	126	90	60	118	64	26	41	17	61	9	31	8	29	10	19	9	15	5	7
	S normal und besser bei 2253 = **72** %															16 %	S < normal und besser als 1/2 664 = **21**1/4									S 1/2 u. weniger b 138 = **4**1/2					S 1/4 u. wenig. bei 58 = **2** %					blind 7 = 1/4 %
Summirter Werth in 20teln Linke: 32,737	140	—	99	96	384	1320	638	1092	1647	2262	3675	3096	2346	2596	2100	5140	1216	1170	748	480	945	448	156	264	110	280	18	88	28	54	30	36	6	20	2	7
Rechte: 32,615	140	—	66	96	384	1500	638	1036	1647	2210	3725	3120	2461	2582	2163	4860	1102	1098	782	480	825	448	182	228	77	330	63	160	28	120	20	40	21	10	3	0
Summe: 65,352	280	—	165	192	768	2820	1276	2128	3294	4472	7400	6216	4807	5148	4263	10000	2318	2268	1530	960	1770	896	338	492	187	610	81	248	56	174	50	76	27	30	5	7

53229 : 2253 = S im Mittel $\frac{23{,}62}{XX}$

62075 : 2769 = S im Mittel $\frac{22{,}4}{XX}$

63801 : 2900 = S im Mittel $\frac{22}{XX}$

65352 : 3120 = S im Mittel $\frac{20{,}95}{XX}$

Tabelle III B. II. Sehschärfe binoculär.

	35/II	34/II	33/II	32/II	31/II	30/II	29/II	28/II	27/II	26/II	25/II	24/II	23/II	22/II	21/II	20/II	19/II	18/II	17/II	16/II	15/II	14/II	13/II	12/II	11/II	10/II	9/II	8/II	7/II	6/II	5/II	4/II	3/II	2/II	1/II	unter 1/II
Personen: 1560	**4**	**—**	**3**	**3**	**12**	**51**	**22**	**40**	**66**	**88**	**159**	**138**	**108**	**124**	**104**	**266**	**64**	**66**	**42**	**27**	**55**	**32**	**10**	**14**	**6**	**22**	**3**	**17**	**4**	**4**	**2**	**3**	**1**	**—**	**—**	**—**
	S normal und besser bei 1188 = 76 %															**16,9 %**	**S < normal und besser als 1/2 316 = 20 %**									**S 1/2 u. weniger 50 = 3 1/2**					**S 1/4 u. wenig. 6 = 1/2 %**					**5 %**
Summirter Werth in 20teln 33727	**140**	**—**	**99**	**96**	**384**	**1530**	**638**	**1120**	**1782**	**2288**	**3975**	**3312**	**2484**	**2728**	**2184**	**5320**	**1216**	**1188**	**714**	**432**	**825**	**448**	**130**	**168**	**66**	**220**	**27**	**136**	**28**	**24**	**10**	**12**	**3**	**—**	**—**	**—**

28080 : 1188 = S im Mittel $\frac{23{,}64}{XX}$

32155 : 1142 = S im Mittel $\frac{22{,}5}{XX}$

jedoch nach dem supponirten Verhältniss = 8:9 der von mir gefundene höchste Grad genau eine Sehschärfe = 2 repräsentiren. Die Augen mit $S = \frac{33}{XX}$ bis $\frac{31}{XX}$ sind ebenfalls ungemein wenig, erst mit $S = \frac{30}{XX} = 1^1/_2$ findet sich eine grössere Anzahl. Nach einem Abfall von $\frac{30}{XX}$ auf $\frac{29}{XX}$ und etwas über die Hälfte wachsen die Zahlen bis zu $S = \frac{25}{XX}$ nun in rascher Progression, um von da wieder, jedoch in weit geringerem Grade, abzunehmen. Mit $S = \frac{20}{XX}$, also der bisher als normal angenommenen Sehschärfe, fand ich und zwar fast zu gleichen Theilen linke — 257 — und rechte — 243 — im Ganzen also 500 Augen, d. i. 16% sämmtlicher 3120 untersuchter Augen, ein Procentverhältniss, wie es von keinem anderen Sehschärfegrad, nicht einmal zur Hälfte erreicht wird. Von der Rubrik $\frac{20}{XX}$ nehmen nun die Zahlen gegen rechts wieder in raschem Tempo ab, nachdem sofort von $\frac{20}{XX}$ auf $\frac{19}{XX}$ bez. $\frac{18}{XX}$ ein jäher Abfall stattgefunden hatte. Nur mit $S = \frac{15}{XX}$ fand sich wieder eine etwas grössere Anzahl Augen, so dass sich dieselbe über die der Augen mit $\frac{16}{XX}$ und $\frac{14}{XX}$ gerade um das Doppelte erhebt. Alle diese Verhältnisse gewinnen noch an Uebersichtlichkeit durch beifolgende graphische Darstellung No. 1, die wohl auch keines weiteren Eingehens bedarf. Die gewaltige und steile Erhebung der Curve bei $S = \frac{20}{XX}$ möchte wohl bewegen, diesem Sehschärfegrad eine gewisse Präponderanz

einzuräumen und dies um so mehr, als es ganz besonders hervorzuheben ist, dass diese hohe Zahl nicht etwa aus einer dem Schema huldigenden Untersuchungsmethode hervorgegangen ist, sondern dass ich mit fast pedantischer Genauigkeit hier prüfte, ob nicht die Sehschärfe doch etwas höher oder niederer sei.

Um Wiederholungen zu vermeiden, füge ich hier gleich die für die binoculäre Sehschärfe gefundenen Werthe an, welche ebenfalls um je 1/20 graduirt in Tabelle III B eingetragen sind. Abgesehen von den hierbei selbstverständlich etwas günstigeren individuellen Chancen betragen die Werthe der binoculären Sehschärfe für die Sehschärfegrade von $\frac{20}{XX}$ und höher im Durchschnitte etwas mehr als die Hälfte der Werthe, welche für linke und rechte Augen zusammen monoculär gefunden wurden, für die Sehschärfegrade unter $\frac{20}{XX}$ etwas weniger als die Hälfte. Ein Sehvermögen, das $\frac{20}{XX}$ gleich zu setzen ist, haben z. B. 500 linke und rechte Augen überhaupt, binoculär erreichen aber ein solches 266 Individuen = 16,9 pCt. der Untersuchten.

Fassen wir nun also grössere Gruppen im eben angedeuteten Sinne zusammen, und berücksichtigen hierbei noch das Verhältniss zwischen rechten und linken Augen, so erhalten wir

mit $S = \frac{20}{XX}$ und besser

1.	Linke Augen . . .	1128	von	1560	=	72 pCt.
2.	Rechte „ . . .	1125	„	1560		72 „
3.	Linke u. rechte Augen	2253	„	3120		72 „
4.	Binoculär	1188	„	1560		76 „

Mit S unter $\frac{20}{XX}$ bis $\frac{11}{XX}$, d. i. weniger als normal aber besser als $1/2$:

1.	Linke Augen . . .	342	von 1560	=	22 pCt.
2.	Rechte Augen . . .	322	„ 1560		$20^1/_2$ „
3.	Linke u. rechte Augen	664	„ 3120		$21^1/_4$ „
4.	Binoculär	316	„ 1560		20 „

Mit S von $\frac{10}{XX}$ bis $\frac{6}{XX}$ oder S = $1/2$ und weniger aber besser als $1/4$:

1.	Linke Augen . . .	54	von 1560	=	$3^1/_2$ pCt.
2.	Rechte Augen . . .	84	„ 1560		$5^1/_2$ „
3.	Linke u. rechte Augen	138	„ 3120		$4^1/_2$ „
4.	Binoculär	50	„ 1560		$3^1/_5$ „

Mit S von $\frac{5}{XX}$ — $\frac{1}{XX}$ oder S = $1/4$ und weniger:

1.	Linke Augen . . .	29	von 1560	=	2 pCt.
2.	Rechte Augen . . .	29	„ 1560		2 „
3.	Rechte u. linke Augen	58	„ 3120		2 „
4.	Binoculär nur . . .	6	„ 1560		$1/2$ „

Mit S unter $\frac{1}{XX}$ fanden sich nur 7 Augen = $1/2$ pCt. und zwar ausschliesslich linke, dies aus dem einfachen Grunde, weil die Leute mit S unter $\frac{1}{XX}$ auf dem rechten Auge entweder gar nicht eingestellt oder wieder als dienstuntauglich entlassen wurden.

Vergleichen wir nun die Sehschärfe der rechten und linken Augen, wie sie in obiger Zusammenstellung summirt wurde, so sehen wir dieselbe, soweit sie $\frac{20}{XX}$ und mehr, ebenso wenn sie zwischen $\frac{5}{XX}$ und $\frac{1}{XX}$ beträgt, auf beiden

Seiten ganz gleich vertheilt. Bei den beiden Gruppen $\frac{20-11}{XX}$ und $\frac{10-6}{XX}$ zeigt sich jedoch eine Verschiebung in der Weise, dass mehr linke der besseren Categorie $\frac{20-11}{XX}$ und zwar 22 pCt. gegen $20\frac{1}{2}$ pCt. rechte, mehr rechte Augen der geringeren Categorie $\left(\frac{10-6}{XX}\right)$ — $5\frac{1}{2}$ gegen $3\frac{1}{2}$ pCt. linke — angehören.

Bei einem Vergleiche dieser meiner Untersuchungsresultate mit den bereits Eingangs erwähnten Burchardt's und Goedicke's, sowie mit den später von Stabsarzt Herter*) veröffentlichten bin ich zu einer völlig befriedigenden Erklärung für die mangelnde Uebereinstimmung nicht gelangt. Die Gründe für letztere dürften in erster Linie in der Ungleichheit der Untersuchungsmethode, in zweiter Linie in der zufälligen oder absichtlichen Ausscheidung gewisser Categorien mit geringerer Sehschärfe — B. z. B. untersuchte absichtlich nur Leute mit sehr guter S — sowie in der relativ geringen Zahl der Untersuchten liegen. Gleichwohl bleiben noch erhebliche Unterschiede zurück; als deren wesentlichste ich folgende hervorhebe:

Mit S = 2 und mehr fanden

Burchardt	18,8 pCt.
Goedicke	3,3 „
Herter	0,32 „
ich	—

Mit S besser als 1

Burchardt	78,5 pCt.
Goedicke	57,0 „
Herter	25,6 „
ich	56,2 „

*) Militärärztliche Zeitschrift 1878, p. 33; Mittheilungen über Augenuntersuchungen etc.

Mit S = 1 fanden

Burchardt	9 pCt.
Goedicke	27,5 „
Herter	63,8 „
ich	16 „

Mit S < 1

Burchardt	12 pCt.
Goedicke	15,5 „
Herter	10,6 „
ich	28,0 „

Burchardt fand also seiner Intention folgend besonders viele Augen mit S = 2 und besser, ich relativ am meisten Augen mit S unter 1. Eine genaue Uebereinstimmung findet sich nur hinsichtlich der Sehschärfen besser als 1 zwischen mir und Goedicke, nämlich mit 56,2 und 57 pCt., was mir als beachtenswerth erscheint. Ich gewinne hieraus den Eindruck, dass, bei grösserer Zahl der untersuchten Individuen vielleicht die Unterschiede an den verschiedenen Orten geringer wurden und ganz verschwinden, vorausgesetzt natürlich, dass überall ein vollkommen gleichartiges Untersuchungsmaterial benutzt wird.

Bei der bis jetzt aber mangelnden Uebereinstimmung der Untersuchungsresultate musste ich leider darauf verzichten, in dem folgenden Abschnitte: die Berechnung des mittleren Grades von S, die von anderen gefundenen Durchschnittswerthe mit zu verwenden und musste mich hierbei lediglich auf meine eigenen Untersuchungen beschränken.

Ein wesentlich anderes Vergleichsobject bieten H. Cohn's Untersuchungsresultate, weil sie, obigem Befunde

gegenübergestellt, veranschaulichen dürften, wie erheblich bessere Sehschärfen Kinderaugen haben gegenüber denen Erwachsener, selbst wenn diese in einer Lebensperiode untersucht werden, wo gerade erst die volle männliche Entwicklung erreicht wurde und überdies zum weitaus grössten Theile einer Bevölkerungsklasse angehören, die nicht vermöge ihres Berufes oder Beschäftigung besonderen Schädlichkeiten für ihre Augen ausgesetzt war, speciell dieselben nicht für die Nahearbeit besonders in Anspruch genommen hat.

Abgesehen davon, dass Cohn, wie schon pag. 70 erwähnt, sogar eine dreimal so grosse Sehschärfe als die normale bei einigen Schulkindern constatirte, fand er nämlich

mit S = 2 und mehr:	47 %	(114 Augen),
„ S zwischen $1\frac{1}{2}$ u. 2:	34 %	(85 Augen),
zwischen 1 u. $1\frac{1}{2}$:	15,5 %	(38 Augen),
mit S = 1 nur:	2,8 %	(7 Augen),

unter S = 1 kein Auge, als er 244 Augen von 122 Kindern mit den Snellen'schen Hacken No. XX, und

mit S = 2 und mehr:	50 %	(65 Augen),
„ S zwischen $1\frac{1}{2}$ u. 2:	30,8 %	(40 Augen),
„ S = 1:	19,2 %	(25 Augen),

als er 130 Augen von 65 Kindern mit den Burchardt'schen nachgebildeten Punkttafeln untersuchte.

Die Wahl der Prüfungsmethode dürfte wohl wesentlich günstigere Resultate erzielt haben, als das exactere Verfahren, das ich bei meinen des Lesens kundigen Soldaten durchführen konnte, auch hat Cohn nur scheinbar emmetropische Augen untersucht, gleichwohl scheint mir doch obige Gegenüberstellung entschieden dafür zu sprechen,

dass in der Entwicklungsperiode in Folge der Beschäftigung und besonders durch den Einfluss der Schule nicht nur die Refraction sich ändert, sondern auch die Sehschärfe einen Rückgang erleidet, und zwar einen weit erheblicheren, als er im Allgemeinen, dem zunehmenden Alter entsprechend, angenommen wird, nämlich von nur $\frac{11}{10}$ für 10 Jahre, auf $\frac{10}{10}$ für 20 Jahre. Eine wesentliche Stütze dieser Anschauung finde ich in dem Berichte Talko's, mitgetheilt in den klinischen Mon.-Blättern 1880 pag. 139, nach dem bei den jungen russischen Soldaten die Sehschärfe zwischen $1\frac{1}{2}$—$1\frac{3}{4}$ schwankt, der Mittheilung Dr. Reich's aus Tiflis, welcher auf seine Bemessungen sich stützend, behauptet, dass für das Alter von 22 Jahren die normale Sehschärfe nicht kleiner als $1\frac{1}{2}$ der jetzt als normal anerkannten Sehschärfe sein wird, und der Thatsache, dass Kotelmann bei den Nubiern sogar S = 3 gefunden hat. Letztere sind sämmtlich Analphabeten, die russischen Soldaten zum grössten Theile und überdies meist der bäuerlichen Bevölkerung entnommen, einer Berufsklasse, die in Bayern kaum 1 pCt des Lesens und Schreibens Unkundige in sich schliesst. Etwas eingehender und in mehr populärer Darstellung habe ich diese Verhältnisse in einem Vortrage in der hiesigen anthropologischen Gesellschaft, veröffentlicht im Archiv für Anthropologie etc. 1883 pag. 349—356, besprochen.

Berechnung eines mittleren Grades von S.

Hierbei muss ich nochmals auf Tabelle III. A zurückkommen, welche die Zusammenstellung der von mir für rechte und linke Augen gefundenen Sehschärfen auf 20tel reducirt und — um je $\frac{1}{20}$ differirend — enthält. Den aus

sämmtlichen Sehprüfungen resultirenden Mittelwerth erhielt ich nun in der Weise, dass ich immer die Anzahl der mit einem bestimmten Sehschärfegrad ausgerüsteten Augen mit dem Zähler des den Sehschärfegrad angebenden Bruches $\frac{n}{XX}$, also z. B. in der ersten Col. 8 mit 35 in der 3.: 5 mit 33 und so fort multiplicirte. Durch Addition der Producte sämmtlicher Columnen und Division dieser Summe = 65352 durch die Anzahl sämmtlicher untersuchter Augen = 3120 erhielt ich denn eine mittlere Sehschärfe von $\frac{20{,}95}{XX}$. Es darf dieser Bruch wohl unbedenklich zu $\frac{21}{XX} = 1{,}05$ angesetzt werden.

In gleicher Weise berechnete sich auch für sämmtliche untersuchte Individuen = 1560 nach Tabelle III. B ein Mittelwerth der binoculären Sehschärfe von $\frac{21{,}62}{XX}$, doch hat dieser Werth für den zunächst vorliegenden Zweck kein Interesse, nur zur Ergänzung der Statistik soll noch angefügt werden, dass sich der Durchschnittswerth der binoculären Sehschärfe zu der der linken und rechten Augen einzeln summirt wie $\frac{23{,}64}{XX} : \frac{23{,}62}{XX}$, wenn S von $\frac{20}{XX}$ aufwärts, wie $\frac{22{,}5}{XX} : \frac{22{,}4}{XX}$, wenn S von $\frac{15}{XX}$ aufwärts, endlich wie $\frac{21{,}62}{XX} : \frac{20{,}95}{XX}$, wenn die Sehschärfe aller Augen bis einschliesslich $\frac{1}{XX}$ berechnet wurde, somit eine directe proportionelle Abnahme zeigte.

Berücksichtige ich nur die Augen mit S = 1 und besser, so erhalte ich als Durchschnittswerth für S: $\frac{23{,}62}{XX}$

welcher Berechnung die Sehschärfe von 2253 Augen zu Grunde gelegt ist.

Es würde dieser Sehschärfegrad auf die doppelte Tangente des halben Winkels berechnet, einen Sehwinkel, unter dem Snellen's Probebuchstaben erkannt werden, von 4′ 14″ entsprechen. Die einzelnen Striche derselben würden also unter einem Winkel von 4′ 14′ : 5 = 51″ erscheinen und vielleicht dürfte dies auch der Winkel sein, der für ein normales Auge zur Wahrnehmung distincter Punkte erforderlich ist, der eigentlich physiologische Gesichtswinkel. Es wird wenigstens diese Annahme durch die von Aubert im II. Band des Handbuches der ges. Augenheilkunde von Graefe u. Saemisch pag. 580 gegebene Notiz, dass Struve (Mensurae mitrometricae pag. 149—153) weisse Scheiben auf schwarzem Grunde bei 51″ Distanz sah, direct sanctionirt, sowie weiter dadurch bestätigt, dass der von Aubert selbst für die Grösse des zu einer distinkten Empfindung genügenden Raumes berechnete Maximalwerth von 52″ wohl etwas zu gross angegeben wird.

Hierauf weiter einzugehen, nehme ich als einen mir zu ferne liegenden Gegenstand Abstand und bemerke nur noch, dass, wenn Jemand geneigt sein sollte, bei Berechnung der normalen Sehschärfe auch die Augen mit S < 1 und zwar bis zu $\frac{15}{XX}$ mit einzuschliessen und damit einen Durchschnittswerth von $\frac{22{,}4}{XX}$ zu Grunde zu legen, dieser einem Gesichtswinkel von 4′ 26″ als zum Erkennen von Buchstaben beziehungsweise von 53,2″ als zur Differenzirung von Punkten erforderlich, entsprechen würde. Mit Einrechnung endlich der Sehschärfen bis zu $\frac{12}{XX}$ incl. und womit ein Durchschnittswerth für S von $\frac{22}{XX}$ zu Grunde ge-

legt wird, würde ein Gesichtswinkel von 4′ 30″ : 5 = 54″ resultiren. — Der von Snellen als kleinster angenommene und auch von Mauthner adoptirte Gesichtswinkel von 1′ dürfte also unter allen Umständen zu gross sein.

Gleichwohl möchte ich auf Grund meiner Untersuchungen keine Aenderung der glücklich gewählten und erfreulicher Weise allgemein angenommenen Snellen'schen Einheit für normale Sehschärfe in Vorschlag bringen oder gar mit Anfertigung neuer Schriftproben hervortreten. Es würde mich hiervon schon die auf pag. 91 hervorgehobene Präponderanz des Werthes von $\frac{20}{XX}$ für S abhalten. Doch glaubte ich durch meine Veröffentlichung den Nachweis erbringen zu sollen, dass S = 1 nach Snellen für jugendliche Individuen als äusserster Grenzwerth der normalen Sehschärfe anzusehen ist und Augen mit S = 1 schon eine sehr zu berücksichtigende Herabsetzung des Sehvermögens haben können.

Es findet diese Annahme durch nachfolgend mitgetheilte Untersuchungsergebnisse eine weitere Stütze:

Im Sommer 1878 habe ich wieder 250 Mann und zwar einjährige Freiwillige und solche Chargirte, die mindestens die Berechtigung zum einjährigen Freiwilligendienste erlangt hatten, also lauter Leute untersucht, die entweder höhere Lehranstalten absolvirt hatten oder ihren Augen eine adäquate Anstrengung durch Privatstudium unterziehen mussten. Die Absicht, die mich bei diesen Untersuchungen leitete, war zwar zunächst, über das häufige Vorkommen von Myopie unter diesen Categorien zuverlässige Aufschlüsse zu erhalten, doch ging natürlich die genaueste Prüfung der Sehschärfe, wie ich sie im vorigen Jahre vorgenommen, damit Hand in Hand.

Tabelle III C giebt die Resultate dieser Prüfungen bezüglich der Sehschärfe, die ich absichtlich nicht mit den Ergebnissen der vorjährigen in eine Tabelle vereinigt habe,

da beide gerade nach zwei wesentlichen Richtungen besonders differiren;

1877 bei den Soldaten und Unterofficieren mit vorwiegend nur elementarer Schulbildung erhielt ich nämlich

mit S = 1 und besser		72 pCt.,
bei den 1878 untersuchten Categorien nur		38,6 „
mit S < 1 und > $\frac{1}{2}$	1877	$21\frac{1}{4}$ „
	1878	53,8 „

Bei Sehschärfe $\frac{1}{2}$ und weniger ist die Differenz zu unerheblich, um besonders hervorgehoben zu werden. Summire ich dann die Procentverhältnisse, wie sie sich bei S = 1 und besser sowie bei S < 1 und > $\frac{1}{2}$ berechneten, so erhalte ich für beide Gruppen das nahezu gleiche Procentverhältniss, nämlich

für 1877: $93\frac{1}{4}$ pCt.,
für 1878: $92\frac{2}{5}$ „

Da nun auch das Procentverhältniss für Augen mit gerade $\frac{20}{XX}$ sich für beide Gruppen nahezu gleichstellt, nämlich 1877 mit 16, 1878 sogar etwas besser mit 17 pCt., so ergiebt sich, dass bei Augen, die durch Schulunterricht wenig angestrengt sind, die Sehschärfe besser als $\frac{20}{XX}$ prävalirt (mit 56 pCt.), während in Folge der Anstrengung der Augen in den höheren Lehranstalten Sehschärfe besser als normal schon zu einem seltneren Vorkommen geworden ist (mit nur 21,6 pCt.), dagegen Sehschärfegrade zwischen 1 und $\frac{1}{2}$ am zahlreichsten sich finden (mit 53,8 pCt.). Es wird später gezeigt werden, dass die Ursache hierfür allein in dem Ueberhandnehmen der Myopie zu suchen ist. Ebenso gestaltet sich natürlich die Be-

rechnung eines mittleren Sehschärfegrades anders für die Gruppe II als für die Gruppe I; wie wieder ein Vergleich von Tabelle III A und C ergiebt. Der mittlere Sehschärfegrad für die Gruppe 1878 berechnet sich nur auf $\frac{17,35}{XX}$ gegen $\frac{21}{XX}$ der Gruppe 1877. Es fällt aber auch die Berechnung des Durchschnittswerthes für S = 1 und besser niedriger aus, indem er nur $\frac{21,81}{XX}$ bei Gruppe 1878 gegen $\frac{23,62}{XX}$ bei Gruppe 1877 beträgt. Die besseren Sehschärfegrade treten also bei letzterer Gruppe nicht bloss quantitativ, sondern auch qualitativ zurück. Ebenso verhält es sich bei den anderen Unterabtheilungen. Nachstehende Gegenüberstellungen a und b, sowie Schema III werden das eben Gesagte am besten veranschaulichen und eine weitere Begründung überflüssig machen.

a) Es haben

	S > 1	S = 1	S = 1 und besser	S < 1 und > ½	S > ½
Von Gruppe I (1877) . . .	56 %	16 %	72 %	21,25 %	93¼ %
Von Gruppe II (1878) . . .	21,6 %	17 %	38,6 %	53,8 %	92⅖ %

b) Der mittlere Sehschärfegrad beträgt für S

	= 1 u. besser berechnet	bis incl. $\frac{15}{XX}$	bis incl. $\frac{12}{XX}$	überhaupt
Bei Gruppe I (1877)	$\frac{23,62}{XX}$	$\frac{22,4}{XX}$	$\frac{22}{XX}$	$\frac{21}{XX}$
Bei Gruppe II (1878)	$\frac{21,81}{XX}$	$\frac{19,5}{XX}$	$\frac{18,4}{XX}$	$\frac{17,35}{XX}$
Bei beiden zusammen	$\frac{23,48}{XX}$	$\frac{22,07}{XX}$	$\frac{21,8}{XX}$	$\frac{20,04}{XX}$

Schema II giebt die Curve für die Sehschärfegrade bei den Freiwilligen und Adspiranten zum Vergleiche mit Schema I. Die steile Erhebung auf $\frac{20}{XX}$ ist beiden Curven gemeinsam, dagegen unterscheiden sie sich darin, dass bei den Soldaten schon auf $\frac{25}{XX}$ eine beträchtliche Erhebung stattfindet und nach $\frac{30}{XX}$ ein wenig unterbrochener steiler Abfall sich darstellt, während bei den vielfach kurzsichtigen Freiwilligen-Augen die Erhebung auf $\frac{20}{XX}$ eine fast unmittelbare steile ist und dann die Curve zwar ebenfalls jäh abfällt, jedoch wiederholt sich zu einer beträchtlichen Höhe erhebt. Anstieg bei I und Abfall bei II und umgekehrt verhalten sich demnach ganz analog. Insbesondere der Vergleich beider Curven dürfte demnach ein recht anschauliches Bild des Einflusses der Kurzsichtigkeit auf Abnahme der Sehschärfe geben.

Der mittlere Sehschärfegrad von $\frac{20{,}14}{XX}$ ist für beide Gruppen zusammen auf Grund der Untersuchung von 3620 Augen = 1810 Personen berechnet. Für Beurtheilung der normalen Sehschärfe dürfen aber nicht die aus beiden Gruppen, sondern einzig und allein die bei Gruppe I, welche wenigstens in der ganz überwiegenden Mehrzahl durch höhere Unterrichtsanstalten nicht weiter verdorbene Soldatenaugen repräsentirt, gewonnenen Werthe massgebend und für Ableitung der physiologischen Gesetze einzig zu verwerthen sein, wie es [illegible].

Bei den folgenden Berechnungen wurden dagegen beide grossen Gruppen zusammengeworfen, [illegible] gegenübergestellt, [illegible] Gruppirung [illegible]. Unter den Untersuchungsobjekten von [illegible] [illegible] nämlich zwei 26 [illegible]

Tabellle III C. Sehschärfe der linken und rechten Augen. 1878.

1. Augenzahl.		35/xx	34/xx	33/xx	32/xx	31/xx	30/xx	29/xx	28/xx	27/xx	26/xx	25/xx	24/xx	23/xx	22/xx	21/xx	20/xx	19/xx	18/xx	17/xx	16/xx	15/xx	14/xx	13/xx	12/xx	11/xx	10/xx	9/xx	8/xx	7/xx	6/xx	5/xx	4/xx	3/xx	2/xx	1/xx	unter 1/xx
Linke:	250	—	—	—	—	—	—	—	3	2	2	6	6	10	9	14	43	15	24	18	12	24	12	13	7	8	8	1	2	6	—	—	2	1	—	1	1
Rechte:	250	—	—	—	—	—	1	—	2	2	2	7	7	11	11	13	42	11	24	18	15	17	15	19	12	5	9	—	2	1	—	—	2	—	1	—	1
Summe:	500	—	—	—	—	—	1	—	5	4	4	13	13	21	20	27	85	26	48	36	27	41	27	32	19	13	17	1	4	7	—	—	4	1	1	1	2
		S normal und besser 193 = 38,6 %. 17 %																S < normal 269 53,8 > 1/2.									S 1/2 u. < 29 = 5,8 > 1/4					S 1/4 u. < 7 = 1,4 – 1/xx					2 = 0,4
In 20teln:																																					
Linke:	4309	—	—	—	—	—	—	—	84	54	52	150	144	230	198	294	860	285	432	306	192	360	168	169	84	88	80	9	16	42	—	—	8	3	—	1	0
Rechte:	4374	—	—	—	—	—	30	—	56	54	52	175	168	253	242	273	840	209	432	306	240	265	210	247	144	55	90	—	16	7	—	—	8	—	2	—	0
Summe:	8683	—	—	—	—	—	30	—	140	108	104	325	312	483	440	567	1700	494	864	612	432	625	378	416	228	143	170	9	32	49	—	—	16	3	2	1	0

4209 : 193 = S im Mittel: $\frac{21,81}{xx}$

S 7236 : 371 = S im Mittel $\frac{19,5}{xx}$. S 8683 : 500 = $\frac{17,35}{xx}$

Tabelle III. D. 1877.

		35/xx	34/xx	33/xx	32/xx	31/xx	30/xx	29/xx	28/xx	27/xx	26/xx	25/xx	24/xx	23/xx	22/xx	21/xx	20/xx	19/xx	18/xx	17/xx	16/xx	15/xx	14/xx	13/xx	12/xx	11/xx	10/xx	9/xx	8/xx	7/xx	6/xx	5/xx	4/xx	3/xx	2/xx	1/xx	unter 1/xx
Linke:	34	1	—	1	—	—	1	—	—	—	3	3	1	2	—	1	6	—	2	2	1	1	2	—	1	—	3	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—
In 20teln	647	35	—	33	—	—	30	—	—	—	78	75	24	46	—	21	120	—	36	34	16	15	28	—	12	—	30	—	—	7	—	—	4	3	—	—	—
Rechte:	34	1	—	1	—	—	1	—	—	—	2	3	1	2	1	1	8	1	2	—	2	1	1	—	2	—	2	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
In 20teln	672	35	—	33	—	—	30	—	—	—	52	75	24	46	22	21	160	19	36	—	32	15	14	—	24	—	20	—	8	—	6	—	—	—	—	—	—
Summe:	68	2	—	2	—	—	2	—	—	—	5	6	2	4	1	2	14	1	4	2	3	2	3	—	3	—	5	—	1	1	1	—	1	1	—	—	—
In 20teln	1319	70	—	66	—	—	60	—	—	—	130	150	48	92	22	42	280	19	72	34	48	30	42	—	36	—	50	—	8	7	6	—	4	3	—	—	—
		S normal und besser 40 = 58,8 %.																S < normal 18 = 26,5 % > 1/2.									S 1/2 u. < 8 = 11,7 > 1/4					S 1/4 u. < 2 = 3 % – 1/xx					

960 : 40 = S im Mittel $\frac{24}{xx}$

1163 : 52 = S im Mittel $\frac{22,36}{xx}$

1319 : 68 = S im Mittel $\frac{19,4}{xx}$

Tabelle III E. Mittlere Sehschärfe von Soldaten und einjährig Freiwilligen.

incl. 20/xx
53,229 : 2253
+ 4,209 : 193
57,438 : 2446 = S im Mittel $\frac{23,48}{xx}$

incl. 15/xx
62,075 : 2769
+ 7,236 : 371
69,311 : 3140 = S im Mittel $\frac{22,07}{xx}$

incl. 1/xx
65,352 : 3120
+ 8,683 : 500
74,035 : 3620 = $\frac{20,04}{xx}$

Mittlere Sehschärfe von Soldaten ohne Freiwillige.

incl. 20/xx
53,229 : 2253
960 : 40
52,269 : 2213 S im Mittel $\frac{23,63}{xx}$

incl. 15/xx
62,075 : 2759
– 1,163 : 52
60,912 : 2717 S im Mittel $\frac{22,42}{xx}$

incl. 1/xx
65,352 : 3120
– 1,319 : 168
64,033 : 3052 = S im Mittel $\frac{20,98}{xx}$

diese werden von den 1560 im Jahre 1877 untersuchten Mannschaften abgezogen und den 250 im Jahre 1878 geprüften Freiwilligen etc. zugerechnet werden, so dass also stets 1526 Personen mit elementarer 284 mit höherer Schulbildung werden gegenübergestellt werden.

Tabelle III D sowie die Zusammenstellung in Tab. III E giebt den Nachweis, dass die Zuzählung der 34 Freiwilligen die auf Tabelle III A berechneten mittleren Sehschärfegrade nicht alterirte, da unter dieser geringen Zahl sich auffälliger Weise mehrere Emmetropen mit sehr guter Sehschärfe befanden.

Ueber das Verhältniss der Sehschärfe der rechten Augen zu den linken, welches ebenfalls nicht ohne Interesse sein dürfte, giebt Tabelle IV Aufschluss.

Der Kopf der Tabelle giebt an, um wie viel 20tel die Sehschärfe Eines Auges und zwar in der ersten Reihe der rechten, in der zweiten der linken Augen — bei Differenz von S zwischen beiden Augen — besser gefunden wurde. Die meisten rechten Augen — 25 — sehen um je $\frac{3 \text{ und } 4}{\text{XX}}$ besser als die linken, die meisten linken (18) um $\frac{5}{\text{XX}}$ besser als die rechten. Im Ganzen haben 158 rechte und 146 linke Augen eine bessere Sehschärfe als das andere Auge, so dass also zwischen rechts und links kaum ein Vorwiegen zu Gunsten der Sehschärfe besteht. Verschiedenheit der S überhaupt findet sich aber bei den Freiwilligen viel häufiger als bei den Soldaten, bei ersteren in 30, bei letzteren nur in 15 pCt.

Von den in Summa 228 Fällen = 14,6 pCt. der untersuchten 1560 Individuen, wo Differenz der S beider Augen gefunden wurde, ist bei 70, also bei 30,7 pCt., Anisometropie die Ursache und zwar gilt dies vorzugsweise für die geringeren Unterschiede von S zwischen rechts und links.

Tabelle IV. Differenz von S.

1. Rechte Augen sehen besser um

Art der Untersuchten	1/II	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	30/II	Summa	%
Soldaten	5	13	10	19	13	6	5	5	4	3	4	2	1	1	2	3	2	3	2	1	1	3	1	1	—	2	112	49
Freiwillige	2	15	15	7	4	2	3	1	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	44	58
Summa	7	28	25	26	17	8	8	6	4	4	4	2	1	1	3	3	3	3	2	3	1	3	1	1	—	2	156	51

2. Linke Augen sehen besser um

Art der Untersuchten	1/II	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	30/II	Summa	%
Soldaten	5	11	5	10	14	12	6	9	6	7	3	4	2	6	2	3	1	2	3	1	1	1	1	—	1	—	116	51
Freiwillige	1	3	4	7	4	2	3	2	1	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	31	42
Summa	6	14	9	17	18	14	9	11	7	8	3	4	3	6	2	3	1	3	3	2	1	1	1	—	1	—	147	49

Von 1560 Soldaten ist die Sehschärfe verschieden auf beiden Augen bei 228 = 15 %
„ 250 Freiwilligen ist die Sehschärfe verschieden auf beiden Augen bei 75 = 30 % also doppelt so oft
„ 1810 Untersuchten ist die Sehschärfe verschieden auf beiden Augen bei 303 = 16 %.

Die hochgradigeren Differenzen in der Sehschärfe von $^1/_4$ aufwärts beruhen nämlich nur ausnahmsweise lediglich auf Anisometropie und zwar dann, wenn eine beträchtliche Refractionsanomalie auf Einem Auge und zwar vorzugsweise Hypermetropie ohne Befund, seltener Myopie und Astigmatismus besteht. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle mit grosser Differenz von S war eine pathologische Affection des sehschwachen Auges nachweisbar. In ganz vereinzelten Fällen bestand es ohne einen solchen Strabismus. Auf die Ursache dieses verhältnissmässig seltenen Vorkommens werde ich später zurückkommen. Unter den 75 Freiwilligen mit Differenz von S ist bei 34, also bei 45,3 pCt., im Ganzen demnach bei 31 pCt. Anisometropie die Ursache der Sehschärfedifferenz beider Augen.

Das binoculäre Sehvermögen war nicht immer gleich dem des schärfer sehenden Auges, ja es wurde sogar, wie hier gleich eingeschaltet werden soll, 23 mal verschieden vom monoculären bei gleicher S beider Augen, 20 mal besser, 3 mal schlechter gefunden.

In den ersteren 20 Fällen wurde meist geringe Meridianasymmetrie von beiderseitig gleichem Werthe, 3 mal geringe Differenzen im Myopiegrade, einmal auch beiderseitige dünne Hornhauttrübungen, in den drei letzteren Fällen ausschliesslich Anisometrie bei gleicher S beider Augen als Ursache eruirt.

Unter den 303 Fällen, wo S beiderseits verschieden gefunden wurde, war das binoculäre Sehvermögen 259 mal = 85,5 pCt. gleich dem des besseren Auges, 32 mal d. i. in 10,5 pCt., war es besser, und 12 mal, d. i. in 4 pCt., wurde es schlechter gefunden.

Nehme ich alle Fälle zusammen, bei denen das binoculäre Sehvermögen eine Abweichung zeigte, also nicht nur von dem besser sehenden Auge bei Differenz von S, sondern auch bei gleicher monoculärer Sehschärfe Eines Individuums, so ergiebt sich, dass in 52 Fällen = binoculär

besser, in 15 Fällen = binoculär schlechter, also in 67 Fällen binoculär verschieden vom monoculären beiderseitig gleichen oder dem besser sehenden Auge bei Differenz von S gesehen wurde. — Komme ich noch einmal auf die Verschiedenheit der binoculären Sehschärfe vom besser sehenden Auge bei Differenz von S zurück, so dürfte Folgendes erwähnenswerth sein:

Nur bei 5 Fällen, wo S binoculär besser war, wurde lediglich Anisometropie und zwar nur geringwerthige — mit $^1/_{120}$ Refractionsunterschied z. B. E einer- M $^1/_{120}$ anderseits — als Ursache nachgewiesen, 1 mal bestand accommodative Myopie $^1/_{13}$ bei wirklicher M $^1/_{30}$ beiderseits — hier betrug S monoculär beiderseits $\frac{18}{XX}$, binoculär $\frac{22}{XX}$, ausserdem — also 26 mal — bestand monoculäre Amblyopie entweder absolut oder relativ zum andern Auge, ein eclatanter Beweis, dass der gute Einfluss beim Mitgebrauch des schwächeren Auges zum binoculären Sehacte auf Vermehrung der quantitativen Lichtempfindung beruht.

Für die insgesammt 15 Fälle mit binoculär geringerem Sehvermögen ergiebt sich nur je einmal Amblyopie in Folge intraoculärer Erkrankung, dagegen zehnmal Anisometropie, zweimal monoculärer Astigmatismus und einmal monoculärer Hornhautfleck als Ursachen, so dass also im Ganzen elfmal der störende Einfluss einerseits der Zerstreuungskreise des ametropischen oder ametropischeren Auges, andererseits der verschiedenen Grösse und Verzerrung der Netzhautbilder, sowie der Lichtdiffusion sich geltend machte.

Da wie Eingangs bemerkt, ich die Sehschärfe nur mit möglichst genauer Correctur der Ametropie bemass, so bin ich auch im Stande, über quantitatives und qua-

litatives Vorkommen der Refractionsanomalien zu referiren. Tabelle V. giebt nun eine Uebersicht über die hypermetropischen. Tabelle VI. über die myopischen Augen.*) In der obersten Querspalte ist der Grad der Ametropie mit je einem Refractionsintervall von $^1/_{120}$ angeben, so zwar, dass mit der geringsten Refractionsanomalie von ebenfalls $^1/_{120}$ links begonnen ist, nur wurde H $^1/_{50}$ aus später zu erörternden Gründen zwischen H $^1/_{60}$ und H $^1/_{40}$ eingeschoben und damit als einzige Ausnahme ein Refractionsintervall von $^1/_{200}$ eingeführt.

Nach Tabelle V. befanden sich demnach unter 3620 untersuchten Augen 1316, d. i. 36,4 pCt. Hypermetropische und nach Tabelle IV. 688, d. i. 19 pCt. myopische. Emmetropisch waren also nur 1562, d. i. 43,1 pCt., nachdem 54 Augen = 1,5 pCt. theils astigmatisch, theils wegen Hornhautfleck oder krank etc. nicht näher zu bestimmen waren.

Beide Tabellen zeigen nun weiter, dass einseitige Ametropie ungewöhnlich häufig gefunden wurde. Dieses häufige Vorkommen einseitiger Ametropie ändert natürlich das Sehvermögen auch soweit es von der Refraction abhängig ist, sehr zu Gunsten des mit zwei Augen sehenden Individuums, wie wir es schon für die binoculäre Seh-

*) Folgerichtig wäre auch der Astigmatismus hier mit aufzunehmen und ebenso der Einfluss der Correctur desselben durch Cylindergläser auf die Sehschärfe zu berücksichtigen gewesen. Letzteres ist, soweit thunlich, auch geschehen, konnte jedoch nicht in der exacten Weise, wie ich es für die Prüfung mit sphärischen Gläsern beanspruchen darf, durchgeführt werden, da die untersuchten Leute bei ihrem meist niedern Bildungsstand die Untersuchung zu einer zu ermüdenden und vergeblichen machten. Uebrigens wäre es auf die Berechnung des Werthes der normalen Sehschärfe auch ohne Einfluss gewesen, da Correctur bis zu bisheriger normaler $\left(\frac{20}{XX}\right)$ oder gar mehr als normaler Sehschärfe nicht vorkommen dürfte.

Tabelle V. Von 1316 hypermetropischen Augen fanden sich mit

0,25		0,5		0,75		1		1,25		1,75		2		2,25		2,5		3		3,5		4		5		Summe	
$H\frac{1}{120}$		$H\frac{1}{60}$		$H\frac{1}{50}$		$H\frac{1}{40}$		$H\frac{1}{30}$		$H\frac{1}{24}$		$H\frac{1}{20}$		$H\frac{1}{17}$		$H\frac{1}{15}$		$H\frac{1}{13\frac{1}{3}}$		$H\frac{1}{12}$		$H\frac{1}{10}$		$H\frac{1}{8}$			
beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär	beider-seits	mon-oculär
588	85	272	47	252	37	—	1	2	1	4	1	6	5	2	—	2	3	—	1	4	—	2	—	—	1	1132	184
673		319		289		1		3		5		11		2		5		1		4		2		1		1316	
51,1%		24,3%		22,0%		2,6 %																					

Tabelle VI. Von 688 myopischen Augen fanden sich mit

0,25		0,5–0,75		1		1,25		1,75		2		2,25		2,5		3	
$M\frac{1}{120}$		$M\frac{1}{60}$		$M\frac{1}{40}$		$M\frac{1}{30}$		$M\frac{1}{24}$		$M\frac{1}{20}$		$M\frac{1}{17}$		$M\frac{1}{15}$		$M\frac{1}{13\frac{1}{3}}$	
beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär
154	32	42	23	40	17	28	12	24	16	14	16	22	13	16	7	8	8
186		56		57		40		40		30		35		23		16	
26,8		9,5		8,5		110						74					
308						16,0						10,8					
44,8						26,8											

3,25		3,5		4		4,5		4,75		5		5,25		5,5		6		7		8		9		Summe	
$M\frac{1}{12}$		$M\frac{1}{11}$		$M\frac{1}{10}$		$M\frac{1}{9}$		$M\frac{1}{8\frac{1}{2}}$		$M\frac{1}{8}$		$M\frac{1}{7\frac{1}{2}}$		$M\frac{1}{7}$		$M\frac{1}{6\frac{2}{3}}$ — $\frac{1}{6}$		$M\frac{1}{5\frac{3}{4}}$ $\frac{1}{5\frac{1}{4}}$		$M\frac{1}{5}$		$M\frac{1}{4\frac{1}{2}}$			
beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär	beiderseits	monoculär
32	7	14	6	14	7	14	5	12	3	16	12	14	—	4	5	10	3	8	3	4	1	1	—	492	196
39		20		21		19		15		28		14		9		13		11		5		1		688	
80						62						36						18						—	
11,6						9,0						5,2						2,6						—	
25,8																		2,6						—	

schärfe constatirt [illegible] der [illegible]
Militärdienstfähigen [illegible]

Berücksichtige [illegible]
Refraction des [illegible]
den freien [illegible]

Es befanden [illegible]

76[illegible] [illegible]	=	[illegible]
[illegible] [illegible]	=	[illegible]
[illegible] [illegible]	=	[illegible]
[illegible] [illegible]	=	[illegible]
1810.		

Treffe ich [illegible]
bildung, so [illegible]
Augen

1425 emmetropische	=	[illegible]
1239 hypermetropische	=	[illegible]
247 myopische	=	[illegible]
41 astigmatische [illegible]	=	[illegible]
3052		

hatten und unter ihnen

[illegible] [illegible]	=	[illegible]
[illegible] [illegible]	=	[illegible]
[illegible] [illegible]		[illegible]
[illegible] [illegible]		[illegible]
[illegible]		

Die 294 [illegible]

129 emmetropische [illegible]	[illegible]
71 hypermetropische [illegible]	[illegible]
341 myopische	[illegible]
2[illegible] astigmatische [illegible]	[illegible]
56[illegible]	

und waren, wiederum die Refraction des besser sehenden Auges berücksichtigt, unter ihnen:

68	Emmetropen . .	=	24	pCt.
39	Hypermetropen .	=	14	„
170	Myopen . . .	=	59,6	„
7	Astigmatiker . .	=	2,4	„
284.				

Den ganz beträchtlichen Unterschied, der zwischen beiden Gruppen besteht, tritt besonders bezüglich der Myopie hervor, doch will ich hierauf an dieser Stelle noch nicht näher eingehen, sondern zunächst nur die beträchtliche procentuarische Differenz zwischen den hypermetropischen Augen und Hypermetropen hervorheben, die sich bei Gruppe II. zu Gruppe I. wie 12,5 : 40,6 bez. 14,0 : 42,6 also genau wie 1 : 3 verhalten. Für die emmetropischen Augen und Emmetropen ist das Verhältniss von Gruppe II. zu Gruppe I. wie 22,5 : 46,7 bez. 24 : 46, also genau wie 1 : 2. Es finden sich also unter den Soldaten und Unterofficieren mit geringer oder nur elementarer Schulbildung 3 mal so viel Hypermetropen und hypermetropische Augen und doppelt so viel Emmetropen und E-Augen als unter den einjährigen Freiwilligen mit höherer Schulbildung. Das Verhältniss der Myopen und M-Augen zu Gruppe I., das sich wie 60 : 11,4 bez. 59,6 : 10,4, also wie nahezu 6 : 1 berechnet, bewirkt den Ausgleich.

Ziehen wir weiter das Vorkommen der verschiedenen Grade der Ametropieen in den Kreis der Betrachtung, so ist zunächst für die Hypermetropie zu constatiren, dass die geringen Grade bis einschliesslich $^1/_{50}$ = 0,75*) weitaus vorwiegen, und davon wieder H $^1/_{120}$ = 0,25 und zwar

*) H $^1/_{120}$ eigentlich = 0,33 ist = 0,25, H $^1/_{60}$ eigentlich = 0,66 ist = 0,5 D gesetzt, um mit anderen neuerlichen Untersuchungen zusammengestellt werden zu können.

mehr als H. $^1/_{60}$ = 0,5 und H. $^1/_{50}$ = 0,75, die nahezu gleich häufig sich finden, zusammen.

H $^1/_{120}$ = 0,25	hatten	nämlich	673 = 51,1 pCt.		der
H $^1/_{60}$ = 0,5	„	„	319 = 24,3 „		Hypermetr.-
H $^1/_{50}$ = 0,75	„	„	289 = 22 „		Augen

während die übrigen Grade von 1 D aufwärts, 35 in Summa, nur 2,6 pCt. zusammen ausmachen. Etwas häufiger fand sich H. 2 D, nämlich an 11 Augen. Siehe Tabelle VI.

Scheide ich Gruppe I. und II., so findet sich bei Gruppe I:

H $^1/_{120}$ = 0,25	636 mal	= 51,1 pCt.
H $^1/_{60}$ = 0,5	314 „	= 25,2 „
H $^1/_{50}$ = 0,75	265 „	= 21,3 „
H > $^1/_{50}$ = 0,75	30 „	= 2,4 „

bei Gruppe II:

H $^1/_{120}$ = 0,25	37 mal	= 52,2 pCt.
H $^1/_{60}$ = 0,5	5 „	= 7 „
H $^1/_{50}$ = 0,75	24 „	= 33,8 „
H > $^1/_{50}$ = > 0,75	5 „	= 7 „

H. 0,25 findet sich also bei beiden Gruppen gleich oft, ebenso H. 0,5 und H. 0,75 zusammengefasst; H. grösser als 0,75 bei Gruppe II. um mehr als das Doppelte öfter. Ich möchte nur auf das bei beiden Gruppen ganz gleichmässige Vorkommen der niedersten Grade Gewicht legen; H. > $^1/_{50}$ wird nämlich speciell bei Gruppe I. Ursache der Militärdienstuntauglichkeit, da, wenn wie es recht häufig der Fall, die H. relativ geworden und demnach ohne Correctur mit Herabsetzung der Sehschärfe verbunden ist, die wohl den gemeinen Mann, nicht aber den Brillen tragenden einjährig Freiwilligen von der unmittelbaren Einreihung befreit.

Bei den Myopen findet sich nur M. 0,25 häufiger; doch bleibt selbst dieser Grad weit hinter dem Hypermetropiegrad von 0,25, selbst noch dem von H. 0,5 zurück

Tabelle VI. giebt hierüber Aufschluss, doch ist auf das numerische Vorwiegen eines oder des andern Myopiegrades höher als 0,25 kein Gewicht zu legen, da dies lediglich zufällig ist. Nicht ohne statistisches Interesse bleibt aber immerhin das procentuarisch gleich häufige Vorkommen

1. von M 1/60 und 1/40,
2. „ M 1/30, 1/24, 1/17, 1/12 und 1/8 mit 1/8,2,
3. „ M 1/11, 1/10 und 1/9.

Nächstdem dürfte noch auf das häufige monoculäre Vorkommen der einzelnen Myopiegrade hinzuweisen sein gegenüber der Hypermetropie. Ich werde an anderer Stelle bei Besprechung der Anisometropie darauf zurückkommen. Ein näheres Eingehen gewinnt nur dadurch Interesse, dass für die Myopen auch nach den einzelnen Berufsklassen und den besuchten Unterrichtsanstalten ausgeschieden wird. Ich habe hierüber bereits eine kurze Mittheilung im ärztlichen Intelligenzblatte (Jahrgang 1878), die auch als Separatabdruck*) erschienen ist, gemacht.

An dieser Stelle soll nun das dort mitgetheilte statistische Ergebniss noch mehr in die Details verfolgt und durch weitere Untersuchungen, die ich im Laufe der letzten fünf Jahre als Ordinirender der Augenkrankenstation am hiesigen Garnisonlazarette gemacht habe, ergänzt werden.

Selbstverständlich konnten diese neuerlichen Untersuchungen zur Feststellung des Werthes für die normale Sehschärfe und das numerische Vorkommen der Ametropie und ihrer Grade gegenüber der Emmetropie nicht benutzt werden, da sie ja vorwiegend mehr oder weniger pathologisches Material lieferten.

---

*) Die Zunahme der Kurzsichtigkeit an den höheren Unterrichts-Anstalten (München, Joh. Ant. Finsterlin).

Sehr verwerthbar, wie kaum bei einem anderen Untersuchungsmaterial und besonders gegenüber dem der Augenkliniken, waren die Ergebnisse dieser Sehprüfungen zu Schlüssen über das Verhältniss der Sehschärfe zum Grade der Ametropie. Die Frage, die ich mir stellte, war: „Wie verhält sich die durchschnittliche Sehschärfe der emmetropischen zu den hypermetropischen und myopischen Augen und welcher durchschnittliche Werth von S kommt einem bestimmten Grade von Ametropie zu. Die Antwort auf diese Frage entnehmen wir der Tabelle VII, dem Ergebniss der genauen Untersuchung von 1553 emmetropischen, 1678 hypermetropischen und 1619 myopischen, im Ganzen also von 4850 Augen.

Tabelle VII.

Es hatten	Augen	eine durchschnittliche Sehschärfe von	
Mit Emmetropie	1553	1,1	$= \frac{22}{XX}$
Mit Hypermetropie, und zwar mit			
H 0,25 Dioptr.	673	1,175	$\frac{23,5}{XX}$
H 0,5 „	328	1,1	$\frac{22}{XX}$
H 0,75 „	294	1,0	$\frac{20}{XX}$
H 1—1,75 Dioptr. . .	105	0,563	$\frac{11,26}{XX}$
H 2—2,75 „ . .	84	0,53	$\frac{10,6}{XX}$
H 3—3,75 „ . .	64	0,42	$\frac{8,4}{XX}$
H 4—5,75 „ . .	99	0,36	$\frac{7,2}{XX}$
H 6—11 „ . .	31	0,35	$\frac{7}{XX}$
	1678.		

Es hatten	Augen	eine durchschnittliche Sehschärfe von	
Mit Myopie, und zwar mit			
M 0,25 Dioptr.	186	1,1	$= \frac{22}{XX}$
M 0,5—0,75 Dioptr. . .	74	0,92	$\frac{18,4}{XX}$
M 1—1,75 „ . .	267	0,80	$\frac{16}{XX}$
M 2—2,75 „ . .	239	0,77	$\frac{15,4}{XX}$
M 3—3,75 „ . .	186	0,75	$\frac{15}{XX}$
M 4—4,75 „ . .	200	0,73	$\frac{14,6}{XX}$
M 5—5,75 „ . .	173	0,65	$\frac{13}{XX}$
M 6—6,75 „ . .	103	0,59	$\frac{11,8}{XX}$
M 7—8 „ . .	85	0,55	$\frac{11}{XX}$
M 8—10 „ . .	68	0,53	$\frac{10,6}{XX}$
M 10—13 „ . .	26	0,40	$\frac{8}{XX}$
M 14—20 „ . .	12	0,13	$\frac{2,6}{XX}$
	1619.		

Betrachten wir zunächst die niederen Ametropiegrade unter 1 Dioptrie, so ergiebt Tabelle VII bezüglich der Hypermetropie, dass bei H 0,25 D*) ein höherer Durchschnittswerth für S gefunden wurde, als für die emmetropischen Augen $\frac{23,5}{XX}$ gegen $\frac{22}{XX}$. Bei H 0,5 D ist S gleich der der emmetropischen Augen $= \frac{22}{XX}$. Bei H 0,75 D sinkt die Durchschnittssehschärfe mit $\frac{20}{XX}$ schon

*) Sowohl H 0,25 als M 0,25 D sind unschwer mit Gläsern bestimmbar, unter die erstere Gattung wurden nur solche aufgenommen, die mit + 0,25 ebenso präcis lesen, als ohne Glas oder

etwas unter das allgemeine Niveau, welches nach pag. 98 $= \frac{21}{XX}$ gefunden wurde. Bei den niedern Myopiegraden erhalten wir schon nicht dies günstige Verhältniss. M 0,25 D*) hat allerdings S $\frac{22}{XX}$ = dem der Emmetropen aber schon M 0,5—0,75 sinkt mit S = 0,92 sogar unter die bisher als normal angenommene = 1. Verschieden gestaltet sich auch das Verhältniss bei Ametropieen von 1 D an zwischen hypermetropischen und myopischen Augen.

Bei den hypermetropischen Augen zeigt sich nämlich von H 1 D an ein ganz jäher Abfall auf $\frac{11{,}26}{XX}$, also fast auf die Hälfte, der sich dann in weit langsamerer ziemlich gleichmässiger Progression fortsetzt. Den jähen Abfall machen auch die Fälle von H = 1 D mit, das ungünstige Verhältniss der Durchschnittssehschärfe ist also nicht etwa dadurch bedingt, dass H 1 D mit H 1,25 bis H 1,75 zusammengestellt wurde. Die Durchschnittssehschärfe von 36 Augen mit H 1 D beträgt nämlich genau $\frac{11{,}25}{XX}$, während, wie bemerkt, H 0,75 noch die bisherige Normalsehschärfe von $\frac{20}{XX}$ als Durchschnittswerth ergiebt. H 0,75 dürfte demnach gewissermassen

sogar selbst angeben, mit dem Glase noch besser zu sehen. M 0,25 D wurde nur dann angenommen, wenn mit dem Concavglase eine entschiedene Verbesserung der Sehschärfe erzielt wurde; ich habe nämlich mit diesem Glase auch in allen den Fällen geprüft, wo ich ohne Glas S = $\frac{20}{XX}$ oder selbst noch besser fand, bestand M 0,25 D, so gelang es, eine um durchschnittlich $\frac{5}{XX}$ bessere S zu erzielen. Obgleich ich bei den früheren Untersuchungen nach Zolllinsen, bei den neueren nach Meterlinsen bestimmte, so ergiebt sich doch daraus keine wesentliche Abänderung.

als ein Grenzstein anzunehmen sein. Hierzu drängt auch schon der wirklich ganz überraschende Umstand hin, dass dieser Grad von H auch der höchste war, der bei meinen Untersuchungen, die nur junge Leute von 19—25 Jahren betrafen, noch häufig gefunden wurde (294 mit H 0,75 gegen 36 mit H 1 D). Ich bemerke hierbei ausdrücklich, dass ich diesem eigenthümlichen Verhältniss ganz besondere Aufmerksamkeit schenkte, da es mir schon immer auffällig war, mit welcher Entschiedenheit durchweg convex 1 D refusirt wurde, während die Angaben über gleich gut oder besser sehen bei + 0,25, 0,5 oder 0,75 schwankten, so dass ich, um sichere Auswahl zu treffen, mich mit dieser einfachen Angabe nicht begnügte, sondern stets von Neuem oder noch andere Sehproben lesen liess. Ja es ist mir nicht nur bei diesen speciellen Sehprüfungen, sondern auch in meiner Ordinationsstunde bei älteren Leuten, die wegen Presbyopie einer Brille bedurften, recht häufig aufgefallen, dass sie mit aller Bestimmtheit erklärten, mit convex 0,75 noch gut in die Ferne zu sehen, während + 1 D schon ganz erheblich verschlechtere. Doch ist bei älteren Leuten die beregte Differenz zwischen 0,75 und 1 D sowohl numerisch als qualitativ nicht so hervortretend wie bei jungen, da ja bei jenen schon die erworbene Hypermetropie in Folge gleichmässigerer Dichtigkeit in den verschiedenen Schichten der Linse mitspielt und zwar nur diese allein, nicht etwa auch, wie eingewendet werden könnte, die Abnahme des latenten Theiles mit höherem Manifestwerden der H, denn die Grade bis zu 0,75 haben keinen latenten Theil. Sowohl die ophthalmoscopische Refractionsbestimmung als Atropineinträufelung liessen mich nie einen höheren Grad finden. Diese niederen Grade von H haben bei ihrer guten Sehschärfe für gewöhnlich nicht nöthig, ganz genau einzustellen, wie die Hypermetropiegrade von 1 an aufwärts, deren durchschnittliche S eben schon auf nahezu $^1/_2$ gesunken ist. Weitere

Verfolgung dieser Beobachtung ergab mir denn auch, dass auch höhere Grade von H, wenn sie ausnahmsweise normale Sehschärfe $\frac{20}{XX}$ haben, gar keinen oder relativ geringen latenten Theil haben können. Normale Sehschärfe, d. h. die bisher als solche angenommene $= \frac{20}{XX}$ wird natürlich auch bei H von 1 D aufwärts gefunden, jedoch selten, unter 352 hypermetropischen Soldatenaugen von 1—5,75 D nur bei 17, eine höhere S als $\frac{20}{XX}$ nämlich $\frac{23}{XX}$ zeigte nur ein freiwilliger Arzt, der optometrisch als Emmetrop zu bezeichnen war, bei dem jedoch nach Atropineinträufelung, wozu der abgerückte Nahpunkt (23 Cm.) aufforderte, H von 2 D ophthalmoscopisch und optometrisch bestimmt wurde. Von dem Hypermetropiegrade von 6 Dioptrieen aufwärts zeigte gar keiner mehr normale Sehschärfe, nicht einmal mehr S = ½. Da nun eine auf die Hälfte herabgesetzte Sehschärfe vom Feldkriegsdienste im deutschen Heere befreit, so erscheint, worauf ich schon an anderer Stelle aufmerksam machte, die Feststellung eines Hypermetropiegrades analog der eines Myopiegrades von 6 Dioptrieen als Tauglichkeitsgrenze für überflüssig und wurde daher die Weglassung einer solchen Bestimmung in der Rekrutirungsordnung für das deutsche Heer wohl unmotivirter Weise getadelt. Sollte wirklich einmal ein Hypermetrop mit H 6 D oder höher S besser als ½ haben, so wird er als Soldat immer noch brauchbarer sein, auch wenn ihm seine Brille zu Verlust gegangen ist, als ein Myop von geringerem Ametropiegrade in gleichem Falle.

Was ferner die Durchschnittssehschärfe der myopischen Augen von M 1 D an betrifft, so ist nach Tabelle VII allerdings auch von 0,75 D auf 1 D ein Abfall nicht zu verkennen, er ist jedoch viel kleiner als bei den hyper-

metropischen Augen gleichen Grades (von $\frac{18,4}{XX}$ auf $\frac{16}{XX}$ gegen $\frac{20}{XX}$ auf $\frac{11,26}{XX}$ bei H). M 0,75 ist also nicht in gleich ausgesprochener Weise wie H 0,75 D ein Grenzstein. Zur Myopie ist vielmehr bereits M 0,5 D zu rechnen und schon dieser Grad bei Schüleruntersuchungen in Berücksichtigung zu ziehen. Die Abstufungen der Durchschnittssehschärfe für die zunehmenden Myopiegrade gestalten sich von M 1 D an ziemlich gleichmässig und in langsamer Progression, so dass bis zu M 10 D die Durchschnittssehschärfe noch über $^1/_2$ ist. Für die höhergradige M ist also eine Grenzbestimmung für die Diensttauglichkeit, nämlich M 6,6 D = 15 Cm. Fernpunktsabstand, geboten, da hier die durchgehende Herabsetzung der Sehschärfe unter $^1/_2$ nicht wie bei den adäquaten H-graden schon die Tauglichkeit ausschliesst.

Ein jäher Abfall des Werthes der Durchschnittssehschärfe findet erst bei Myopiegraden von 13 D an aufwärts statt und sinkt S für diese Grade auf $^1/_8$. Sehschärfe von $\frac{20}{XX}$ zeigten nur noch drei Augen unter 68 mit Myopie zwischen 8 und 10 Dioptrieen; 5 unter 85 mit M von 7—8, 10 unter 103 mit M zwischen 6 u. 6,75 Dioptrieen.

Bei der Zusammenstellung meiner erstmaligen Untersuchungen ergab sich mir bei Berechnung der Durchschnittssehschärfe für die verschiedenen Myopiegrade der störende Umstand, dass bei den Myopen zwischen 1,75 bis 4,5 D auch in den kleineren Abstufungen die Durchschnittssehschärfe zu $\frac{16}{XX}$ sich berechnete, während die geringgradigeren Myopieen von 1 und 1,5 D schlechtere S nämlich $\frac{15}{XX}$ bez. $\frac{13}{XX}$ zeigten. Es liegt dies jedoch in den besonderen Verhältnissen beim Militär, indem die

Myopen von 1,75—4,5 D, wenn ihre Sehschärfe bei Correctur der normalen nicht nahe kommt, entweder gar nicht eingereiht oder der Reserve zugetheilt werden, im activen Dienststande überhaupt auch nur wenige gefunden werden, während die Myopen von 1 und 1,5 D auch bei etwas schlechterer S wegen relativ besserer S ohne Correctur i. e. Distinctionsfähigkeit nach Nagel eingereiht sich finden, da eben ihre geringe Refractionsamblyopie sie nicht zu Angaben über Herabsetzung des Sehvermögens veranlasste.

Erst die Zusammenstellung mit den späteren Untersuchungen ergab mir die genauen Abstufungen der Tabelle VII, deren Werth also nicht nur auf der Zahl der untersuchten Augen, sondern auch auf der passenden Auswahl des Untersuchungsmaterials beruht.

Bei den bisherigen lediglich practischen Zwecken dienenden Untersuchungen liess man die Ametropie erst bei 1 D beginnen. Wie aus Tabelle VII sowie dem p. 117 u. 120 Gesagten hervorgeht und wie später noch dargethan werden wird, ist dies wohl für Hypermetropie bei entsprechender Nahpunktslage, nicht jedoch bei Myopie angänglich.

Als myopische Augen sind bereits solche mit M 0,5 zu bezeichnen, nur die geringsten Grade von 0,25—0,33 sind den emmetropischen zuzurechnen. In diesem Sinne gruppirt erhalte ich folgende Reihe:

3034	emmetropische Augen	hatten	S 1,107	$= \frac{22,14}{XX}$
383	hypermetropische „	„	S 0,45	$= \frac{9}{XX}$
1433	myopische „	„	S 0,71	$= \frac{14,2}{XX}$
4850.				

Nach dieser Reihe möchte es den Anschein gewinnen, als sei die Myopie gegenüber der Hypermetropie hinsichtlich der Sehschärfe nicht nur sehr begünstigt, sondern auch der Uebergang aus dem hypermetropischen in den emmetropischen und dann in den myopischen, wie es von Cohn und Erismann für die Schuljahre constatirt wurde, sogar von Vortheil. Es wäre dies jedoch ein Trugschluss. Denn dieser Uebergang ist für das **einzelne** Individuum noch nicht nachgewiesen und auch nur in beschränkterer Ausdehnung richtig — ich habe nach mehrjährigen Untersuchungen an zwei Instituten noch nicht beobachtet, dass ein irgend nennenswerther Hypermetropiegrad, nicht einmal H 1 D in den myopischen Brechzustand übergegangen wäre. Wer überhaupt genaue Untersuchungen von Schüleraugen machen will, muss eben auch die geringen Ametropiegrade unter 1 D berücksichtigen, nur dann wird er das drohende Eintreten von Myopie beobachten und verhüten können. Die geringen Ametropiegrade unter 1 D lassen erst, wie schon pag. 116 u. 117 hervorgehoben wurde, den eminenten Vortheil des hypermetropischen Auges gegen den des myopischen Auges hervortreten:

1295 hypermetropische Augen < 1 D haben S $=$ 1,116
260 myopische „ < 1 D „ S $=$ 1,05
und sämmtliche hypermetropische (1678) Augen H < 1 D eingerechnet haben Durchschnittsehschäfe . . 0,97,
sämmtliche myopische (1619) Augen dagegen nur 0,60.

Ergänzend möchte ich jedoch anfügen, dass auch myopische Augen auffallend gute Sehschärfe zeigten, z. B.:

2 Augen mit M 1,75 D: $S = \frac{35}{XX}$ (b. einem 1jähr. freiwillig. Arzt).

1 Auge „ M 1,75 D: $S = \frac{25}{XX}$ } b. einem Gymnasial - Absolventen.
1 „ „ M 2 D: $S = \frac{25}{XX}$ }

2 Augen mit M 2,25 D: $S = \frac{25}{XX}$

1 Auge „ M 3,25 D: $S = \frac{25}{XX}$

2 Augen „ M 4 D: $S = \frac{25}{XX}$

2 „ „ M 4,5 D: $S = \frac{23}{XX}$

1 Auge „ M 5 D: $S = \frac{25}{XX}$

Festzuhalten aber ist: Normale Sehschärfe und besser hatten von 492 myopischen Augen nur 123 i. e. 25 pCt., also nur der vierte Theil.

Die mannigfachen Berufs- und Erwerbsarten, denen unsere Soldaten vor ihrer Einreihung sich widmeten, gaben mir natürlich Anlass, über die Beziehungen der Refraction und der Sehschärfe zum Civilberufe bestimmte Anhaltspunkte zu gewinnen beziehungsweise ein bestimmtes Abhängigkeitsverhältniss sowohl der Refraction als der Sehschärfe von der Beschäftigungsweise und den daraus resultirenden Schädlichkeiten zu begründen.

Ich habe deshalb die verschiedenen Berufsklassen zunächst in 4 grössere Categorieen getheilt, von denen die

I. die gesammte Landbevölkerung, vorherrschend Bauernknechte, jedoch mit Ausnahme der Dorfhandwerker, die in Cat. III. sich befinden,

II. die Leute mit freier Erwerbsart in den Städten, Taglöhner etc.,

III. sämmtliche Handwerker inclusive Musiker, die nebenbei Gewerbtreibende sind,

VI. sämmtliche aus höheren Schulen hervorgegangene Soldaten, speciell Freiwillige, ferner Kaufleute,

Schreiber und als einzige Ausnahme von den Handwerkern auch die Schriftsetzer

umfasst.

Tabelle VIII. Refraction nach Ständen ausgeschieden.

Refractions-zustand	I. Categorie Landleute		II. Categorie Freier Erwerb		III. Categorie Handwerker		IV. Categorie Litteraten		Summa	
	Augen	Mann	Augen	Mann	Augen	Mann	Augen	Mann	Augen	Mann
Emmetropie incl. H u. M $^1/_{120}$	1277	640	137	69	776	392	231	118	2421	1219
in %	78,3	77,8	71,4	64,0	70,5	69,9	35,8	36	68	67,3
Hypermetropie excl. H $^1/_{120}$	320	163	49	25	231	120	43	24	643	332
in %	19,7	19,8	25,5	32,0	21,0	21,4	6,7	7,5	18	18,3
Myopie excl. M $^1/_{120}$	33	19	6	4	93	49	370	187	502	259
in %	2,0	2,4	3,1	4,0	8,5	8,7	57,5	56,7	14	14,3
Summe	1630	822	192	98	1100	561	644	329	3566*)	1810
Procentsatz		45,3		5,5		31,3		18,2		

Tabelle VIII **) ergiebt die Ergebnisse dieser Zusammenstellung. Nach derselben fanden sich in der

	emmetropische Augen	hypermetropische Augen	myopische Augen
I. Categorie	78,3 pCt.	19,7 pCt.	2 pCt.
II. „	71,4 „	25,5 „	3,1 „
III. „	70,5 „	21 „	8,5 „
IV. „	35,8 „	6,7 „	57,5 „

---

*) 54 Augen nach Refraction unbestimmbar.

**) Der Procentsatz der ametropischen Individuen ist in Tabelle VIII höher als der der ametropischen Augen, weil für die Charakteristik des Individuums mit verschiedenen Augen immer das ametropische, in erster Linie das kurzsichtige Auge das bestimmende war.

Ein Vergleich dieser Tabelle mit den Tab. V. und VI. ergiebt ein entschiedenes Zurückstehen der Ametropieen gegen die Emmetropie, obgleich dasselbe Untersuchungsmaterial sowohl qualitativ als numerisch, nämlich die Sehprüfungen von 1810 Militärs zu Grunde gelegt ist. Diese Verschiebung ist dadurch bewirkt, dass ich bei Anlegung der Tabelle VIII. sowohl die Myopen als die Hypermetropen mit Ametr. $^1/_{120}$ = 0,25 D noch zu den emmetropischen rechnete. Ich glaubte aber noch weiter gehen und bei der Hypermetropie auch noch die Grade von $^1/_{60}$ = 0,5 und $^1/_{50}$ = 0,75 mit aufnehmen zu müssen.

Die Gründe, die mich a priori dazu bestimmen konnten, sind theilweise schon im Vorausgehenden angedeutet, es sind eben

1. das so ausserordentlich häufige Vorkommen dieser geringgradigen Ametropieen,
2. die ihnen noch zukommende gute Sehschärfe, deren Durchschnittswerth sogar die der Emmetropen noch übersteigt, wenigstens ihr gleichkommt,
3. die so beträchtliche Differenzirung sowohl bezüglich der Häufigkeit des Vorkommens als bezüglich der Sehschärfe vom nächst höheren — nur um einen Intervall von $^1/_{120}$ bei M, $^1/_{200}$ bei H — getrennten Refractionsgrade.

Es kam hierzu aber noch ein viertes Moment, dass mir diese Ausdehnung des Begriffes von Emmetropie — lediglich jedoch nur für den vorliegenden Zweck — nicht nur zu rechtfertigen, sondern auch in Verbindung mit den 3 vorstehenden, weitere für den Bau des Auges und die Refractionsverhältnisse recht wichtige Aufschlüsse zu geben scheint.

Stelle ich nämlich die Procentsätze mit der Anzahl Augen, aus denen sie berechnet wurden, für die genannten Categorien in letzterem Sinne zusammen, so erhalte ich für die

	Augen emmtropische	hypermetropische	myopische	Summa
I. Categorie	1581	16	33	1630
	97 %	1 %	2 %	
II. „	181	5	6	192
	94,3 %	2,6 %	3,1 %	
III. „	999	8	93	1100
	90,9 %	0,6 %	8,5 %	
IV. „	268	6	370	644
	41 %	0,9 %	57,5 %	
Summa	3020	35	502	3566
	85 %	1 %	14 %	

Hier findet nun eine ganz beträchtliche Verschiebung zu Gunsten der emmetropischen lediglich durch Verringerung der hypermetropischen Augen statt, während die myopischen natürlich im Procentverhältniss gleich bleiben.

Berechnete ich nun aber bei den Categorieen I.—IV. die Procentverhältnisse für H $^1/_{120}$ = 0,25 bis H $^1/_{50}$ = 0,75 einerseits und für M $^1/_{120}$ = 0,25 andererseits, welch' letzterem ich die Procentverhältnisse für M $^1/_{60}$ = 0,5—0,75 D nach den einzelnen Categorieen gegenüberstellte, so kam ich zu dem überraschenden Resultate, dass sich nicht nur die Hypermetropiegrade von $^1/_{120}$ = 0,25 bis $^1/_{50}$ = 0,75 procentuarisch auf die 3 ersten Categorieen ganz gleichmässig vertheilen, sondern dass dies auch mit dem geringsten Myopiegrade 0,25 der Fall ist, letzterer überdies nicht wie die übrigen Myopiegrade in der IV. Categorie (Litteraten) prävalirt, wie dies schon bei M $^1/_{60}$ der Fall ist, sondern sogar gegen die übrigen Categorieen, speciell gegen die I. — Landbevölkerung — zurücktritt. Folgende Tabelle IX. wird diese Verhältnisse am besten veranschaulichen.

Tabelle IX.

	I. Categorie umfasst: 1630 Augen 822 Mann 45,3 % der Untersuchten.	II. Categorie umfasst: 192 Augen 98 Mann 5,5 % der Untersuchten.	III. Categorie umfasst: 1100 Augen 561 Mann 31,3 % der Untersuchten.	IV. Categorie umfasst: 644 Augen 322 Mann 18,2 % der Untersuchten.
mit H 0,25	357 22 %	42 21,8 %	226 20,5 %	46 7,1 %
„ H 0,5	174 10,7 %	20 10,4 %	116 10,5 %	9 1,4 %
„ H 0,75	128 7,8 %	24 12,5 %	106 9,7 %	28 4,3 %
„ M 0,25	81 **5 %**	17 **9 %**	63 **5,7 %**	20 **3,1 %**
„ M 0,5-0,75	14 0,8 %	5 2,6 %	17 1,5 %	27 4,2 %
„ M > 0,75	19 1,2 %	1 0,5 %	77 7 %	347 54 %

Dass die Grade H $^1/_{120}$ = 0,25 bis H $^1/_{50}$ = 0,75 in der IV. Categorie gegen die übrigen Categorieen zurückstehen, ist wohl als selbstverständlich anzusehen, nachdem sie hier nur analog der Emmetropie sich verhalten, welche nach Tabelle VIII. mit 36 pCt. den 77,8 pCt. Emmetropen in Categorie I. gegenübersteht. Fasse ich nun alle diese Ergebnisse zusammen, so glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass sowohl die Augen mit M $^1/_{120}$ = 0,25 bis 0,33 als mit H $^1/_{120}$ = 0,25—0,75 bis H $^1/_{50}$ bei Vergleichung der Refractionszustände der verschiedenen Berufsklassen den emmetropischen zugerechnet werden sollten und dass die genannten geringen Abweichungen vom emmetropischen Brechzustande nicht als Phasen eines Ueberganges von einem Brechzustande zum andern, sondern als Ausdruck eines stabilen und noch in der Grenze des Normalen befindlichen Zustandes zu gelten haben, wie ich

es schon p. 117 und 118 mit anderer Begründung nachgewiesen zu haben glaube; dass speciell die H.-Grade von $^1/_{120}$ = 0,25 bis $^1/_{50}$ = 0,75 in der überwiegenden Mehrzahl als totale Hypermetropien aufzufassen sind und sich nur ausnahmsweise hinter ihnen die Latenz eines höheren Grades versteckt, wie ich es schon von H $^1/_{40}$ 1 D aufwärts anzunehmen gedrängt bin. Die verschwindend wenigen Fälle, bei denen die niederen H.-grade noch einen latenten Theil hinter sich haben, machten sich bei der Untersuchung durch den abgerückten Nahpunkt bemerkbar und wurde dann bei ihnen mittelst Atropin und ophthalmoskopisch die totale H. bestimmt. Ebenso findet man aber auch scheinbar emmetropische Augen, denen sogar das schwächste Convexglas verschlechtert, und die sich durch die abgerückte Nahpunktlage als Hypermetropen entpuppen.

Es wird nun genügen, wenn ich die Beziehungen der Refraction zu den verschiedenen Berufsklassen nur noch kurz anführe, um so mehr, als ich die Ergebnisse meiner Untersuchungen in dieser Richtung sowie auch bezüglich der Sehschärfe der einzelnen Berufsklassen schon anderweitig kurz mitgetheilt habe. (Die Zunahme der Kurzsichtigkeit an den höheren Unterrichtsanstalten. München, Jos. Ant. Finsterlin 1878).

Die geringste Zahl von emmetropischen Augen findet sich demnach bei Categorie IV, die die aus höheren Schulen hervorgegangenen Leute enthält, nämlich nur 35,8 pCt. Augen oder 36 pCt. Individuen (mit Hinzurechnung von H $^1/_{60}$ = 0,5 und $^1/_{50}$ = 0,75 : 41,6 pCt.), da wir eben hier die meisten myopischen Augen, nämlich 57,5 pCt. finden. Die geringste Zahl myopischer Augen hat dagegen die Landbevölkerung, nämlich nur 2 pCt. Dies Procentverhältniss stellt sich sogar noch niedriger, wenn man in Anschlag bringt, dass von den 19 Myopen dieser Categorie 5 ein emmetropisches Auge haben, also nur 14 binoculär

myopisch sind und diese letzteren mit Ausnahme einer $M = 1/8$ mit $S = 3/8$ nur ganz geringe Grade darboten: 1mal M $1/24$, 2mal M $1/30$ zugleich mit As, 4mal M $1/40$ 6mal M $1/60$. Recht auffällig ist überhaupt, dass bei der Landbevölkerung gerade die mittleren Myopiegrade sehr selten vorkommen, die doch sonst die häufigsten sind, während sich wenigstens vereinzelt die ganz niederen Grade und auch ganz hohe Grade finden. Diese letzteren bieten überhaupt folgende Eigenthümlichkeiten dar: Der Fernpunktsabstand ist höchstens 15 Cm., die Sehschärfe meist so gering, dass die betreffenden Individuen deshalb gar nicht lesen lernen konnten. Als Augenspiegelbefund zeigt sich entweder ein scharf umschriebener Conus ohne eigentliche Entzündungsresiduen und disseminirte Chorioidalveränderungen oder Krümmungsmyopie ohne Zeichen einer Verlängerung des Bulbus. Es scheint also diese hochgradige Myopie nie erworben, sondern angeboren zu sein, worauf auch stets die Anamnese hinweist. Diese Annahme als allgemein gültig hinzustellen, bin ich jedoch weit entfernt, möchte nur die Thatsache registriren, wie sie sich für den Theil der Landbevölkerung darstellt, der nur die Elementarschule soweit besucht hat, dass er lesen und schreiben lernte. Ich lege deshalb Gewicht hierauf, weil es mir ein Beweis gegen die Behauptung Loring's zu sein scheint, welcher, wie ich dem Referate in Zehender's klin. Monatsblättern XVI, pag. 32 entnehme, die Behauptung aufstellt, dass in dem allzufrühen Lebensalter, in welchem der Schulzwang in Deutschland die Kinder in die Schule führt, der wahre Entstehungsgrund der Kurzsichtigkeit bei den Deutschen liege. Unsere aus der Landbevölkerung hervorgegangenen Soldaten unterlagen aber alle dem Schulzwang und haben lesen und schreiben gelernt und doch finden wir bei ihnen keine Kurzsichtigkeit, ausser ganz hochgradigen als angeboren sich charakterisirenden Formen oder ganz vereinzelten

minimalen Graden. Wie verhält es sich dagegen mit einem andern Stande, der sich ebenfalls zum grossen Theile — wenigstens in Bayern — aus der Landbevölkerung ergänzt, mit dem der katholischen Landgeistlichen? Bei ihnen finden wir fast durchweg Myopie von den mittleren und hohen Graden und ist dieselbe zweifellos durch die bekannten Schädlichkeiten in den mittleren zehner Jahren erworben, keinesfalls aber durch Ueberanstrengung im Kindesalter. Der Entwickelungsgang dieser Herren lässt dies schon a priori annehmen, der insofern ein etwas abweichender ist, als sie den andern Studirenden im Lebensalter etwas voraus sind und im Internat sog. Seminarien unter meist ungünstigen Verhältnissen ihren Studien obliegen müssen.

Bezüglich der Hypermetropie dürfte nach Tabelle VIII und IX erwähnenswerth sein, dass sich das grösste Procentverhältniss der Hypermetropen nicht bei der Landbevölkerung, sondern bei den Leuten mit freier Erwerbsart in den Städten (Taglöhner etc.) nämlich 32 (2,6) pCt. gegen 23 (1) pCt. findet. Nach Tabelle IX finden sich sogar die Grade von höher als $^1/_{50}$ bei der Landbevölkerung seltener als in der II. Categorie, am seltensten bei den Handwerkern mit nur 0,8 pCt. Doch möchte ich diese Verhältnisse am wenigsten als allgemein gültig hinstellen, sondern als durch die Auswahl in Bezug auf die Diensttauglichkeit modificirt. Die Handwerker zeigen bezüglich der Emmetropie gleiche Verhältnisse, wie die Leute mit freier Erwerbsart in den Städten. Beide haben nämlich nach Tabelle VIII 64 pCt., letztere haben aber etwas mehr Hypermetropen, 32 gegen 27 pCt. bei den Handwerkern, diese aequivalent mehr Myopen, 9 gegen 4 pCt. Dies letztere Verhältniss resultirt daraus, dass in einzelnen Gewerben sich verhältnissmässig viele Myopen finden, so besonders bei den Musikern und Schneidern.

Von 15 Musikern haben nämlich:
67 pCt. Emmetr., 13 pCt. H., 20 pCt. M
und von 30 Schneidern:
60 pCt. Emmetr., 27 pCt. H., 13 pCt. M.

Nicht uninteressant schien es mir, für einzelne Professionen auch den Mittelwerth der Sehschärfe zu berechnen, nämlich da, wo sie mir unter der Durchschnittsnorm zu stehen schien. Bei zweien hatte ich mich in meinen Voraussetzungen getäuscht, es sind dies die Schuster und die Müller, bei den übrigen haben sie sich bestätigt gefunden.

Bei einer allgemein als $\frac{21}{XX}$ gefundenen Durchschnittssehschärfe, ergab sich dieselbe

	bei den	Müllern	21,3	also besser
	„ „	Schuhmachern	21,0	also gleich
dagegen	„ „	Feuerarbeitern	19,4	
	„ „	Schneidern	18,0	
	„ „	Schriftsetzern	17,0	
	„ „	Musikern	15,5/xx	

bei den 4 letzteren Gewerben also unter dem Durchschnittswerthe.

Am auffälligsten ist die herabgesetzte Sehschärfe bei den Musikern, doch dürfte dies Verhältniss bei ihnen ein anderes sein als bei den übrigen Gewerben. Dieselben haben wohl weniger herabgesetzte Sehschärfe in Folge der schädlichen Einflüsse ihres Gewerbes, — ich untersuchte ja nur jüngere Leute — sondern die meisten derselben haben diesen Lebenserwerb ihres schlechten Sehens wegen gewählt, so z. B. 4 Astigmatiker, darunter zwei Brüder. Ich war erstaunt, dass diese, trotzdem Cylindergläser ihre S nicht sehr erheblich besserten, überhaupt Noten lesen konnten und erkläre es mir daraus, dass sie

wohl die Notenköpfe in Zerstreuungskreisen sehen, jedoch die Querstriche als horizontale Brennlinien auf die Netzhaut bringen und so die Intervalle scharf trennen können. Gutes Gehör und Gedächtniss spielen dabei natürlich auch einen wesentlichen Factor.

Bei den Metallarbeitern und Müllern kommt ebenso wie bei den litteraten Ständen, Schreibern etc. am häufigsten verschiedene Sehschärfe beider Augen vor, bei Metallarbeitern wegen häufiger Beschädigungen (Metallsplittern in der Hornhaut), bei den Müllern wegen häufiger Conjunctivitiden mit Reizzuständen der Hornhaut, bei Categorie III wegen gleichzeitiger Anisometrie. Die Bäcker, die eigentlich auch zu den Feuerarbeitern zählen, sind gleichwohl nicht in obige Zahlen eingerechnet, da sie auffällig gute Sehschärfe zeigten, die mittlere Sehschärfe derselben (von 40 Augen) berechnete sich nämlich auf $\frac{22}{XX}$, die schlechteste, die vorkam, war $\frac{14}{XX}$. Ich möchte aber dies Resultat ebenso wenig wie das bei den Müllern und Schuhmachern gefundene als richtig anerkennen, da von den Bäckern viele theilweise aus anderweitigen Ursachen besonders wegen des bei ihnen häufig vorkommenden genu valgum, dienstuntauglich oder den Verpflegsabtheilungen zugewiesen sind, und mir meine anderweitigen Erfahrungen ergeben haben, dass unter den Schuhmachern und Müllern doch recht viele schlechte Augen sich finden, bei den letzteren in Folge chronischer Entzündungen der Bindehäute und der Lider, bei den ersteren in Folge theils ungünstiger, theils ungenügender Beleuchtung durch die auf dem Lande noch sehr gebräuchliche Schusterkugel.

Bei meinen späteren Untersuchungen, die sich auf solche beschränkten, die bei ihrer Einreihung über irgend eine Abnormität des Sehorgans klagten, bekam ich den Ein-

druck, als gewinne die Kurzsichtigkeit auch in den bisher von ihr ziemlich frei gebliebenen Berufsklassen an Ausbreitung.

Von etwa 1000 wegen angegebener Beeinträchtigung des Sehvermögens von mir untersuchten Rekruten und Freiwilligen entwarf ich mir nachfolgende Tabelle X. Dieselbe giebt an, in welchem Grade und mit welcher Sehschärfe bei den früher schon näher bezeichneten 4 Categorien Myopie besteht. Categorie IV zerfällt jedoch abweichend von den früheren Zusammenstellungen in zwei Abtheilungen in a und b, von denen a die vermöge ihrer Vorbildung nicht zum einjährig freiwilligen Dienst vorbereiteten Jünglinge, Abth. b diejenigen, die eine höhere Schulbildung genossen haben, umfasst. Unterabtheilung b lässt somit den Einfluss der Seharbeit in der Jugend reiner hervortreten, als wenn ich die beiden Unterabtheilungen zusammengefasst hätte. Einer eingehenderen Erklärung bedarf die Tabelle wohl kaum und wird es genügen, wenn ich bemerke, dass für jede Berufsklasse der durchschnittliche Myopiegrad sowie die mittlere Sehschärfe der Myopen am Abschlusse jeder Sparte und ebenso bei der Gesammtsumme beigefügt ist. Der durchschnittliche Myopie- und davon abhängige Sehschärfegrad lässt sich besser nach folgender Zusammenstellung für die 4 Categorien entnehmen

	M in Dioptr.	Sehschärfe
bei Categorie I	4,66	0,44
„ „ II	5,6	0,40
„ „ III	3,3	0,55
„ „ IVa	3,2	0,70
„ „ IVb	4,82	0,43
zusammen excl. b	3,84	0,54
„ incl. b	4,7	0,46

Nach vorstehender Zusammenstellung findet sich demnach der durchschnittlich höchste Myopiegrad und

Tabelle X.

Civilberuf	Anzahl im Ganzen	Anzahl im Besondern	Myopiegrad	Sehschärfe
I. Bauernknechte, Bauern und Oekonomen		2	0,5	2/3 2/3
		2	1,25	1/2 3/4
		3	1,5	1/3 2/3 1
		1	1,75	L < 1/2 R 1/3
		3	2,0	1/3 2/5 > 1/2
		2	2,5	< 1/2 2/3
		4	3,0	1/3 2/5 > 1/2 1/3
		2	3,5	1/3 1
		3	4,0	1/4 < 1/2 2/3
		3	5,0	1/3 2/7 < 1/2
		1	6,5	2/5
		2	7,0	1/5 1/5
		1	8,0	1/10
		1	10,0	1/20
		1	16,0	1/5
		1	18,0	1/25
		1	20,0	1/20
		1	20,0 R	$\frac{1}{\infty}$
		1	L 1,75 R 3,5	L 2/3 R 1/2
		1	L 1,5 R 5,5	L 1/2 R 1/5
		1	L 3 R 4,0	< 1/2
	37		4,66	11/25 = 44/100
II. Tagelöhner und Leute mit freiem Erwerb		1	0,75	2/3
		1	1,0	L 2/3 R 2/5
		3	2,0	L 1/2 R 2/3 4/5 1
		1	2,5	2/3
		1	3,0	> 1/2
		1	4,5	1
		2	5,0	2/5 1/25
		2	6,0	1/5 L 2/3 R < 1/2
		1	R 8,0	1/15
		1	17,0	1/40
		1	20,0 R	1/50
		1	L 5 R 9,0	L 2/5 R 1/5
	16		5,6 D	2/5 = 40/100

Civilberuf	Anzahl im Ganzen	Anzahl im Besondern	Myopiegrad	Sehschärfe
III. Professionisten:				
a) Schreiner, Zimmerleute und Wagner	7	3	1,0	> 1/2 2/3 1
		1	2,0	4/5
		1	2,25	3/4
		1	5,5	1/2
		1	L 4 R 3,0	L 1/2 R 2/3
b) Kaminkehrer, Maurer u. Steinmetze	4	1	1,0	2/3
		1	3,0	2/3
		1	4,0	1/5
		1	L 0,75 R 5,0	1/3
c) Bäcker, Müller und Bierbrauer	7	1	1,5	3/4
		2	3,0	2/5 2/7
		1	4,0	1/2
		1	4,75	2/3
		1	10,0 R	2/7
		1	20,0 R	1/30
d) Schlosser, Messerschmiede, Spengler, Mechaniker	13	1	0,75	1
		1	1,0	2/3
		1	2,0	1
		1	2,25	1
		1	2,5	2/3
		1	3,0	L 1/2 R 2/3
		1	3,5	2/5
		1	4,0	2/3
		2	5,0	L 1/4 R 1/3 1/3
		1	14,0	1/10
		1	L 4,5 R 2	L 1/2 R 3/5
e) Tuchmacher, Tapezierer, Sattler und Metzger	11	1	2,0	L 1/2 R 1/6
		1	2,25	> 1/2
		2	2,5	> 1/2 L 1/2 R 2/5
		1	3,0	2/7
		1	3,5	2/7
		1	4,0	4/5
		1	4,5	2/7
		1	20,0 R	1/30
		1	L 2,0 R 6,0	L 1/2 R 1/6
		1	L 2,5 R 5,5	L 1/2 R 1/5

Civilberuf	Anzahl im Ganzen	Anzahl im Besondern	Myopiegrad	Sehschärfe
f) Bader, Friseure und Kellner	6	1	1,25	2/3
		1	1,75	1
		1	2,0	1/2
		2	2,5	2/3 1
		1	4,5	1/10
g) Buchbinder, Schneider, Schnitzer, Schachtelmacher	8	1	2,0	1
		2	2,5	2/3 3/4
		1	3,0	2/5
		1	5,0	1/2
		1	10,0	1/20
		1	14,0	1/6
		I	L 4,5 R 5,5	1/3
h) Uhrmacher, Schriftsetzer, Lithographen	9	1	1,0	1
		2	2,0	1/2 3/5
		1	2,5	3/4
		1	3,0	2/3
		2	4,0	3/4 1
		1	4,5	1
		1	L 3,5 R 2	2/3
Summe der Professionisten	65		3,3	11/20 = 55/100
IV. a) Bildhauer, Maler, Sänger, Schreiber und Kaufleute		1	0,75	2/3
		2	1,0	2/3 u. 1
		1	1,5	2/3
		2	1,75	1. 1
		5	2,0	L 1/2 R 2/5 L 1/2 R 2/3 ; 2/3 2/3 1
		2	2,25	2/3 1/2
		2	2,5	2/3 2/3
		4	3,0	2/7 2/3 9/10 1
		3	4,0	2/3 3/3 1
		1	4,5	1
		2	5,0	2/3 2/3
		1	6,0	> 1/2
		1	7,5	L 1/5 R 2/5
		1	8,0	< 1/2

Civilberuf	Anzahl im Ganzen	Anzahl im Besondern	Myopiegrad	Sehschärfe
		1	L 2,0 R 4,0	< [illegible]
		1	L 2,75 R 6,5	L 1 R [illegible]
		1	L 3,0 R 2,0	L < [illegible] R 1
Summe		32	3,2	[illegible]/20 = [illegible]/100
IV. b Leute mit höherer Schulbildung		5	1,0	[illegible]/20
		3	1,25	
		7	1,5	
		10	1,75	
		7	2,0	17-[illegible]/20
		6	2,25	
		12	2,5	
		2	2,75	
		17	3,0	16-2/20
		13	3,5	
		22	4,0	14-6/20
		19	4,5	
		34	5,0	14-2/20
		24	5,5	
		23	6,0	13/20
		4	6,5	
		22	7,0	12-3/20
		18	8	10-7/20
		4	9	13/20
		5	10	8/20
		2	11	8/20
		1	20	2/20
		46	mit verschiedenem Grad auf beiden Augen	
		2	10 R u. L	7/20 12/20
		1	15 R	2/200
Summe		308	4,83	43/100

die schlechteste Durchschnittssehschärfe ausser bei Categorie IV b, wo es a priori anzunehmen ist, noch bei Categorie I und II, bei denen man das Gegentheil vermuthet hätte, geleitet von dem Gedanken, dass die Cate-

gorien, welche die wenigsten Kurzsichtigen haben, auch den geringsten Durchschnittsgrad und die beste Durchschnittssehschärfe (für die Myopen) haben müssten. Scheide ich nämlich bei Tabelle VIII, pag. 124 von Categorie IV die Freiwilligen, d. i. solche, die höhere Schulbildung genossen haben, aus, wie es bei Tabelle X geschehen, als Categorie IVb aus, so ergiebt sich, dass sich in

Categorie	I	2 pCt.
„	II	4 „
„	III	9 „
„	IVa	44 „

Kurzsichtige befanden. Der durchschnittliche Myopiegrad verhält sich also gerade umgekehrt zur Procentzahl der Myopen, Landleute und Stadttaglöhner mit der geringsten Procentzahl Kurzsichtiger haben den höchsten durchschnittlichen Myopiegrad, die Categorie IVa mit der höchsten Anzahl Myopen den geringsten Durchschnittsgrad, zugleich auch die beste Durchschnittssehschärfe (für die Myopen). Die Gründe für diesen scheinbaren Widerspruch, welche bei eingehenderer Durchsicht schon der Tabelle X entnommen werden können, springen in nachfolgender Zusammenstellung noch deutlicher in die Augen:

Tabelle XI.

Es hatten Myopie	in Categorie I	II	III	IVa	IVb
unter 1 Dioptr.	5,4	6,2	3,1	3,1	1
1—3 „	48,5	37,5	58,4	**68,7**	22,6
3,5—7 „	30	37,5	29,2	22,0	**65,7**
höher als 7 „	16,2	18,8	9,2	6,2	10,7
höher als 9 „	**14**	**12,5**	**9,2**	**0**	< **3**
verschiedener Myopiegrad beider Augen	8	6,2	10,8	9,4	16 pCt.

Der hohe Durchschnittsgrad der Myopie für Categorie I und II ist demnach bedingt durch das verhältnissmässig häufige Vorkommen der sehr hohen Myopiegrade bei diesen Categorieen, während sie in den Categorieen IVa und b ausserordentlich zurücktraten.

Meine Resultate führen somit zu noch weiter gehenden Schlüssen als die von Tscherning in Band XXIX, Abth. 1 dieses Archives pag. 218 gezogenen, dass nämlich excessive Myopien von Naharbeit nicht abhängig über die ganze Bevölkerung gleichmässig verbreitet sind und in ihrer Verbreitung einem ganz anderen Gesetz folgen als die niederen Grade. Nach Tabelle X finden sich nämlich die excessiven Myopien relativ am häufigsten bei den Categorieen, die sich wenig mit Seharbeit beschäftigen, und in weit geringerem Procentverhältniss in der Categorie, die ihren Augen am meisten zumuthen muss und daher, wie man bisher annahm, am meisten zu den höchsten Myopiegraden incliniren sollte, nämlich in Categorie IV. Höchst auffälliger Weise fand sich sogar in IVa gar kein höherer Myopiegrad als 8 D.

Gegen den Satz, dass dagegen die durch das Lesen hervorgerufene Kurzsichtigkeit als gutartig aufzufassen, indem sie nichts anderes als Anpassung des Auges an seine Arbeit sei und es sehr zweifelhaft erscheine, ob sich aus dieser Form die deletäre entwickeln kann, möchte ich aber Einwand erheben. Von 11 Myopen der Categorie IVb mit M 9 D und höher sind 5 wahrscheinlich — als Disposition — ererbt und 5 sicher erworben und progressiv, von letzteren drei auf einem auffällig viele und hohe Myopen erzeugenden Gymnasium. Ueberdies ist zu berücksichtigen, dass die Zahlen in der Tabelle XI nur das Verhältniss der Myopiegrade geben, und dass in Wirklichkeit und im Verhältniss zur Zahl der Untersuchten bei der Categorie IVb viel mehr hochgradige Myopieen — über 9 D — gefunden wurden als in den Categorien I und II.

Ausserdem erlaube ich mir noch auf das pag. 129 Gesagte hinzuweisen.

Den wirklich verderblichen Einfluss der Naharbeit auf die Steigerung des Myopiegrades illustrirt besser als lange Abhandlungen ein Blick auf die Zusammenstellung pag. 138. Dieselbe zeigt, wie die geringeren Myopiegrade (— incl. 3 D) in den 3 ersten Categorien und auch noch in IVa vorherrschen, in IVb dagegen weit gegen die mittleren Grade (zwischen 3 und 7 D) zurücktreten. Insbesondere möchte ich den Unterschied zwischen Categorie IVa und IVb hervorheben, die in Bezug auf die niederen und mittleren Myopiegrade gerade entgegengesetzt sich verhalten und so recht den Einfluss der höheren Lehranstalten auf die Zunahme des Myopiegrades ersehen lassen. Dementsprechend hat Categorie IVb nach Tab. X auch eine weit schlechtere Durchschnittssehschärfe als Categorie IVa ($^{43}/_{100}$ gegen $^{70}/_{100}$). Tabelle X demonstrirt ja überhaupt auch noch, wie die Sehschärfe zum Myopiegrade im umgekehrten Verhältniss steht, ein Verhältniss, das bereits früher besprochen und speciell durch Tabelle VII näher begründet wurde. Dass diese Ergebnisse den am Schlusse der Abhandlung Tscherning's ausgesprochenen Anschauungen widersprechen, bedarf wohl kaum hinzugefügt zu werden.

Es geht vielmehr aus meinen Untersuchungen hervor, dass, da die Myopie schon in ihren niedersten Graden von 0,5 D an die Durchschnittssehschärfe unter die bisher als normal angenommene herabdrängt und S proportional der Zunahme des Myopiegrades sinkt, die Bekämpfung der Myopie nicht nur um ihrer selbst willen, sondern auch wegen der damit unzertrennlich verbundenen Abnahme der Sehschärfe ein dringendes nicht oft genug zu urgirendes Gebot ist.

Die Brennlinien eines unendlich dünnen astigmatischen Strahlenbündels nach schiefer Incidenz eines homocentrischen Strahlenbündels in eine krumme Oberfläche und das Strahlenconoid von Sturm und Kummer.

Eine Replik von

Prof. Ludwig Matthiessen in Rostock.

Hierzu auf Tafel II Fig. 1, 2, 3.

In einem früheren Aufsatze dieses Archivs (Bd. XXIX. Abthl. 1 S. 147—149, 1883) *) über die Form der astigmatischen Bilder sehr kleiner Geraden bei schiefer Strahlenincidenz in eine brechende sphärische Fläche sind zum Hinweis auf die den Theoremen zu Grunde gelegten geometrischen Principien von mir folgende Schlussworte hinzugefügt: „Die Sturm'sche Theorie setzt voraus, dass auch die zweite Brennlinie auf dem Hauptstrahle senkrecht stehe, worin offenbar ein Irrthum enthalten ist, wie schon eine elementare Betrachtung der sogenannten sphärischen Längenabweichung erweist. Dessenungeachtet hat sich die Sturm'sche Theorie, getragen von der Autorität

---

*) Vergl. Revue générale d'ophthalmologie (p. 385—386, 30. Septembre 1883).

verschiedener namhafter Geometer und Physiologen in der modernen ophthalmologischen Litteratur überall festgewurzelt." Herr Dr. Leroy polemisirt in einem Memoire der Revue générale d'ophthalmologie (p. 481—482, 30. November 1883) gegen diese Sätze, indem er ausführt, dass das Theorem von Sturm nicht berührt werde von dem Widerspruche, dass bei der sphärischen Brechung eines dünnen homocentrischen Strahlenbündels die II. Brennlinie mit der Axe des Bündels einen von 90° verschiedenen Winkel (Reusch), dagegen nach dem Sturm'schen Theoreme, welches unter gewissen Beschränkungen mittels Differenzialcalcül hergeleitet sei, mit der Axe einen Winkel von 90° bilde. Leroy fügt hinzu, dass es geboten sei, meine Behauptung, es enthalte die Sturm'sche Theorie einen Fehler, ernstlich zu bekämpfen, da sie möglicherweise in den Anschauungen und Ueberzeugungen der Ophthalmologen eine Verwirrung herbeiführen könne, wenn denselben nicht die analytischen Mittel zu Gebote ständen, meinen „Irrthum" zu durchschauen.

Durch diese Erklärung tritt nunmehr an mich die unabweisbare Forderung heran, mein Urtheil zu begründen. Es würde zu weit führen und den Rahmen überschreiten, innerhalb dessen sich die Mittheilungen und Discussionen in diesem Archive mit Rücksicht auf den Leserkreis zu beschränken haben, wenn ich, wie eine streng wissenschaftliche Theorie des Astigmatismus es doch erfordert, unternehmen wollte, hier eine rein mathematische Deduction zu geben. Es scheint mir dies auch insofern überflüssig zu sein, als dasselbe in mehreren früheren Abhandlungen bereits geschehen ist. *) Vielleicht möchte es mir aber ge-

---

*) Centralzeitung für Optik und Mechanik No. 24. Leipzig 1882. — Sitzungsberichte der mathem.-physikal. Classe der Kgl. bayerischen Akad. d. Wiss. 1883, Heft 1. — Zeitschrift f. Math. und Physik. XXIX. Jahrg. Suppl. 1884. — Acta mathematica. Journ. rédigé par G. Mittag-Leffler. cah. 4. II. Stockholm 1884.

lingen, hier in einer auch für Laien verständlichen und anschaulichen Weise zu zeigen, welcher Correction das Sturm'sche Theorem für die Zwecke der physiologischen Optik bedürftig ist und wodurch jener Widerspruch desselben mit dem gewöhnlichen und einfachsten Falle des Astigmatismus allein aus dem Wege geräumt werden kann. Die Forderung einer Erweiterung des Sturm'schen Theorems macht sich immer mehr geltend, wie diejenigen Ophthalmologen zugestehen werden, welche den zahlreichen Arbeiten des letzten Decenniums auf dem Gebiete der Lehre von der astigmatischen Brechung in Linsensystemen und besonders in der continuirlich geschichteten Krystalllinse des Auges mit Aufmerksamkeit gefolgt sind.

Wenn nun augenscheinlich Leroy jenen Widerspruch zugesteht, ihn aber auf Grund des Sturm'schen Theorems für unerheblich hält, so muss ich meinerseits zugestehen, dass das Theorem von Sturm über die Form unendlich dünner astigmatischer Strahlenbündel sich mit Nothwendigkeit aus seinen Voraussetzungen ergiebt. Da aber das Theorem aus geometrischen Gründen eine strengere Behandlung zulässt, so bedarf es einer genauen Prüfung, ob dasselbe bei subtileren Untersuchungen, z. B. über die Einwirkung der Bilder äusserer Objecte auf die lichtempfindlichen Schichten der Retina noch den Ansprüchen genüge; und dies dürfte allerdings streitig sein. Man wird indessen jedenfalls zugestehen müssen, dass, wenn irgend wo in einer Theorie ein Widerspruch sich vorfindet, dieser auf einem Fehler oder mindestens auf einer Ungenauigkeit derselben beruhe.

Es ist ein unbestreitbares Verdienst des grossen Mathematikers um die Theorie des Sehens, dass er, nachdem man früher von der Vorstellung ausgegangen war, dass sich ein leuchtender Punkt auf der Retina punktuell abbilde, die Form des gebrochenen Strahlenbündels in der Weise definirte, dass für jede nicht senkrechte Incidenz

dasselbe eine tetraedrische Modification erleide. (Sturmsches Conoid.)*) Diese Figur ist bekannt genug und bedarf also keiner detaillirten Beschreibung.**) Der für die Accommodation und die Periskopie des Auges wichtigste Theil dieses Conoides ist der sogenannte Brennraum und die Brennstrecke, final begrenzt von beiden Brennlinien. Es handelt sich vor allen Dingen um die Lage der letzteren gegen den Axenstrahl. Sturm fand, dass in erster Annäherung die Brennlinien gegen den Axenstrahl senkrecht stehen. Seit vierzig Jahren ist kein Fortschritt in dieser Theorie zu verzeichnen. Es ist wohl begreiflich, dass mit den Fortschritten in der Dioptrik des Auges die Ausbildung der theoretischen Grundlagen und der mathematischen Principien gleichen Schritt halten müsse, und diese beruhen in der Lehre von der Krümmung der Flächen.

Wir gehen aus von dem Malus'schen Satze, dass die gebrochenen Strahlenbündel Normalenbündel der Wellenfläche sind; ihre Form wird also bestimmt durch die Krümmung oder Wölbung eines unendlich kleinen Segments der Wellenfläche. Vergegenwärtigen wir uns die Wellenfläche, welche nach beliebigen vielen Brechungen in einem System ebenso vieler centrirter, sphärischer Flächen entsteht; wenn der leuchtende Punkt in der Centrale liegt, so ist dieselbe eine Rotationsfläche. Nach dem Sturm'schen Theorem ist nun aber die Berührungsfläche eines unendlich kleinen Segmentes der Wellenfläche ein mit der Normale desselben coaxiales elliptisches Paraboloid, welches offenbar keine Rotationsfläche ist, also auch kein hinreichend genaues Maass für die Krümmung des Segmentes abgeben kann. Es muss eine Be-

---

*) Compt. rend. Paris 1845.

**) Modelle des Sturm'schen Conoides werden neuerdings vom Optiker Apel in Göttingen unter der Bezeichnung Kummer'sches Fadenmodell I. Art geliefert.

rührungsfläche gesucht werden, welche sich genauer an die Wellenfläche anschmiegt, mit andern Worten, das Normalenconoid muss eine andere Gestalt haben und seine Bestimmung soll die Aufgabe unserer Untersuchung sein.

Definition eines unendlich dünnen Strahlenbündels. Denkt man sich in einem unendlich kleinen Segment einer krummen Oberfläche, welches man sich von einer elliptischen Indicatrix MNM_1N_1 (Fig. 1) begrenzt vorstellen kann, durch ihren Mittelpunkt P die beiden Krümmungslinien NPN_1 und MPM_1 gezogen und in unendlich viele unter sich gleich grosse Abschnitte Pc und und Pg getheilt, ferner in allen diesen Schnittpunkten c und g wiederum die zugehörigen Krümmungslinien ncn_1 und mgm_1 gezogen, so wird das Flächensegment MNM_1N_1 in unendlich viele quadratische Felder P c f g zerlegt. Wenn man sich nun in sämmtlichen Eckpunkten dieser Quadrate Normalen construirt denkt, so bildet ihre Gesammtheit ein unendlich dünnes Strahlenbündel.

Definition eines unendlich dünnen und schmalen Strahlenfächers. Wenn man aus der Gesammtheit jener Strahlenreihen nun zwei aufeinander folgende, d. h. die auf zwei aufeinander folgenden parallelen Krümmungslinien, z. B. NPN_1 und ncn_1 oder MPM_1 und mgm_1 stehenden wählt, so heisst ihre Gesammtheit ein unendlich dünner und schmaler Strahlenfächer.

Folgerung. Wenn also die beiden Hauptnormalschnitte $NPN_1 = 2ds$ und $MPM_1 = 2d\sigma$ unendlich kleine Bogen der I. Ordnung sind, so werden sämmtliche Strahlenfächer aus der Indicatrix Streifen schneiden, deren Länge unendlich klein der I. Ordnung und deren Breite unendlich klein der II. Ordnung ist.

Wir untersuchen zunächst den Verlauf der Normalen oder Strahlen eines Strahlenfächers. Der Durchschnittspunkt der beiden Normalen in P und g sei β, derjenige der beiden Normalen in P und c sei ε; dann sind β und ε

die Krümmungsmittelpunkte der unendlich kleinen Bögen Pg und Pc; ferner $P\beta = \varrho$ und $P\varepsilon = r$ die Krümmungsradien. Wir denken uns durch die I. Krümmungslinie NN_1 und die Normale oder den Axenstrahl $P\beta\varepsilon$ eine Ebene gelegt; dann werden sämmtliche Krümmungsmittelpunkte des Bogens $NPN_1 = 2ds$ auf seiner Evolute $\beta_1\beta\beta_2$ liegen: β_1 ist der Krümmungsmittelpunkt von N, β_2 der von N_1. Dieser Bogen der Evolute ist im Allgemeinen von derselben Ordnung der Kleinheit, wie ds und kann als das Scheitelsegment einer Parabel betrachtet werden, deren Scheitel in β liegt. Die Evolute der I. Krümmungslinie NN_1 liegt auf der I. Krümmungsmittelpunktsfläche; sie hat einen Krümmungshalbmesser $\beta C = R_1$, welcher sich einfach durch den Krümmungsradius ϱ und die Bogendifferenziale ds und $\beta\beta_1 = d\Sigma = d\varrho$ ausdrücken lässt, nämlich $R_1 = \varrho d\varrho : ds$. Wir setzen voraus, dass der I. Hauptschnitt $NN_1P\varepsilon$ in der Ebene der Zeichnung liege; dann liegt auch das Parabelsegment in ihr, ebenso seine Axe $\beta\alpha C$, welche mit der Sehne $\beta_1\alpha\beta_2$ einen rechten Winkel bildet. In der ganzen Ausdehnung des Bogens ds ist nun das Verhältniss $d\varrho : ds$ ein constantes, d. h. $d\varrho = m ds$, folglich auch die Relation der unendlich kleinen Theile $d''\varrho = m d''s$, wenn man das unendlich kleine Stück Pg des Bogens NN_1 mit $d''s$ bezeichnet, welches eine unendlich kleine Grösse der II. Ordnung sein wird. Für alle auf ds stehende Normalen oder Strahlen ist also der Zuwachs $d''\varrho$ von Strahl zu Strahl constant und zwar ein constanter Bogentheil $d''\Sigma$ der Evolute $\beta_1\beta\beta_2$. Sämmtliche Strahlen des Bogens NN_1 gehen nun durch das Axenelement $\beta\gamma$, welches gleich $\beta\alpha$ und somit von der II. Ordnung der Kleinheit ist. In $\beta\gamma$ hat der halbe Strahlenfächer $NN_1\gamma\zeta\delta\beta$ offenbar seinen kleinsten Querschnitt und wenn es sich um die Betrachtung von Lichtstrahlen handelt, die grösste Helligkeit.

Wird nun weiter die Dicke Pc des ganzen Strahlen-

fächers in P mit $d''\sigma$ bezeichnet, so ist sie in β gleich $\frac{r-\varrho}{r}\, d''\sigma$ und folglich der Querschnitt des ganzen Fächers in β gleich $\beta\gamma \times \frac{r-\varrho}{r}\, d''\sigma$. Da aber $\beta\gamma$ und $d''\sigma$ von einer Kleinheit der II. Ordnung sind, so können wir den Querschnitt als einen Punkt betrachten — es ist der I. Brennpunkt des Strahlenfächers NN_1nn_1.

Wenn es also mit Rücksicht auf den nächsten Zweck unserer Untersuchung sich um die Betrachtung eines optischen, in einer krummen Fläche gebrochenen, ursprünglich homocentrischen Strahlenbündels handelt und die Indicatrix MNM_1N_1 das unendlich kleine und unendlich nahe an der brechenden Fläche gelegene Segment der Malusschen Wellenfläche begrenzt, so liegt der Parabelbogen $\beta_1\beta\beta_2$ auf der sogenannten I. diakaustischen Fläche und diese selbst senkrecht zur Ebene der Zeichnung. Es sind nun die auf dieser diakaustischen Fläche befindlichen parabolischen Evoluten, welche allen übrigen zu MM_1 senkrecht stehenden Strahlenfächern angehören, zur Hälfte vor, zur Hälfte hinter der Ebene der Zeichnung parallel nebeneinander gereiht und zwar entspricht jedem dieser Fächer ein Punkt β, der einem Strahlenpaare cf angehört und ein Punkt γ, in welchem sich jedesmal die beiden äussersten Strahlen $n\zeta$ und $n_1\delta$ schneiden. Diese Punktreihe γ bildet in ihrer Continuität eine schwach gekrümmte Hohlkante, welche wir die I. Strahlenfurche nennen wollen. Diese Strahlenfurche hat eine Länge, welche mit $d\sigma$ von derselben Ordnung der Kleinheit ist, also von der I. Ordnung. Sie umschliesst also mit derjenigen flachen Curve, welche sämmtliche Durchschnittspunkte β der Strahlenpaare cf des Strahlenfächers MM_1mm_1 verbindet, den kleinsten Querschnitt des vollen Strahlenbündels. Dieser Querschnitt ist nunmehr nach dem Vorhergehenden als linear zu betrachten; er bildet die I. Brennlinie.

Dieselbe schmiegt sich ebenso wie der Ort der Punkte β an die II. Hauptnormalebene $MM_1\beta$ unendlich nahe an und kann ebenfalls als der Scheitelbogen einer Parabel betrachtet werden. Ob aber diese Brennlinie oder die I. Strahlenfurche senkrecht zum Hauptstrahle $P\beta$, oder mit andern Worten: senkrecht zur Ebene der Zeichnung stehe, ergiebt sich daraus nicht ohne Weiteres, sondern bedarf einer genaueren Untersuchung. Diese Untersuchung, auf deren Ergebniss es uns hauptsächlich ankommt, wird wesentlich vereinfacht, wenn wir uns der Betrachtung der Oerter der Durchschnittspunkte ε zuwenden, welche den Strahlenpaaren fg des Strahlenfächers NN_1nn_1 angehören. Diese Curve schmiegt sich ebenfalls unendlich nahe an die I. Hauptnormalebene $NN_1\varepsilon$ an, tangirt also in ε die Ebene der Zeichnung. Der Durchschnittspunkt des Strahlenpaares Pc ist ε; derselbe ist der II. Brennpunkt des Strahlenfächers MM_1mm_1. Wenn nun die Krümmungsradien r der Bögen fg beim Uebergange von P nach N oder N_1 constant wären, d. h. $dr = 0$, so würde der Ort der Krümmungsmittelpunkte resp. in ε, ζ_1 und δ_1 und zwar in einer zum Axenstrahle senkrechten Linie $\zeta_1\delta_1$ liegen, ein Resultat, zu welchem das Sturm'sche Approximativ-Verfahren führt. Dies ist aber durchaus nicht der Fall, da das Verhältniss $\frac{dr}{ds}$ im Allgemeinen endlich und für einen unendlich kleinen Bogen ds constant ist, wie ich früher nachgewiesen habe*) und was auch kein Mathematiker bestreiten wird. Ist also $\eta\varepsilon = \zeta\zeta_1 = dr$, so ist dr proportional ds und der Ort der Krümmungsmittelpunkte ist $\zeta\varepsilon\delta$, ein sehr flacher Parabelbogen, welcher auf der II. diakaustischen Fläche liegt, während diese die Ebene der Zeichnung tangirt. Es ist demnach $\zeta\varepsilon\delta$ eine Linie, welche einen von 0^0 und 90^0 verschiedenen Winkel ω

*) Münchener Berichte l. c. S. 45—47.

mit dem Hauptstrahle bildet. Da aus der Betrachtung ähnlicher Dreiecke folgt:

$$\zeta\eta : PN = (r-\varrho) : \varrho,$$

so folgt:

$$\frac{\zeta\eta}{dr} = \tan\omega = \frac{r-\varrho}{\varrho} \cdot \frac{ds}{dr}.$$

Bezeichnet man $\varepsilon\zeta = \varepsilon\delta$ mit da, so ist noch dr = da. cos ω und

$$da = \frac{r-\varrho}{\varrho \sin\omega} ds.$$

Da die Linie $\zeta\delta$ in jeder Beziehung dem Orte der Punkte β entspricht, so liegt die zu sämmtlichen dem I. Hauptschnitte parallelen Strahlenfächern zugehörige II. Strahlenfurche in einem senkrecht zur Ebene der Zeichnung durch $\zeta\delta$ geführten Ebenenschnitte in Abständen, deren Dimensionen gleichfalls von der II. Ordnung der Kleinheit sind. Demnach hat in diesem Ebenenschnitte das ganze Strahlenbündel einen zweiten kleinsten Querschnitt; d. h. $\zeta\delta$ ist die II. Brennlinie desselben.

Auf analoge Weise findet man für den Winkel ω_1, welchen die I. Brennlinie mit dem Hauptstrahle bildet und für die halbe Länge derselben die Werthe

$$\tan\omega_1 = \frac{r-\varrho}{r} \cdot \frac{d\sigma}{d\varrho}, \quad da_1 = \frac{r-\varrho}{r \sin\omega_1} d\sigma.$$

Es leuchtet nun ein, dass für praktisch-dioptrische Verhältnisse die Strahlenbündel zwar sehr dünn genommen werden können, jedoch immer eine endliche Dicke behalten. In Folge dessen hebt sich die Strahlenfurche auch auf endliche Entfernungen von der diakaustischen Fläche ab, ihr Abstand bleibt zwar hinter den Dimensionen der Brennlinien der beiden Hauptstrahlenfächer zurück, aber die Strahlenfurche wird zugleich schärfer und das Strahlenbündel verdickt sich zu beiden Seiten derselben in steigender Proportion, so dass es nicht gestattet sein wird, für die beiden optischen Brennlinien zwei beliebige durch

die Brennpunkte β und ϵ geführte Querschnitte z. B. senkrechte anzunehmen.

Die von uns hier abgeleitete Theorie der Brennlinien ist die allgemeinere und schliesst auch die der Rotationsflächen ein, wogegen die Sturm'sche Theorie bei der sphärischen Brechung für die II. Brennlinie eine Ausnahme statuiren oder den Begriff der Brennlinie nothwendig ändern muss. Nach der Sturm'schen Theorie muss bei der sphärischen Brechung nach schiefer Incidenz die II. Brennlinie ebenfalls senkrecht zum Strahle bleiben, während doch nicht in Abrede gestellt wird, dass sie sogar bei endlich dicken Strahlenbündeln mit der Centrale des leuchtenden Punktes coincidire.

Aus allen diesen Gründen tritt die unabweisliche Forderung an die physiologische Optik heran, den Begriff der Brennlinien genauer zu definiren und darüber zu entscheiden, ob sie bedeuten sollen entweder die kleinsten Querschnitte oder etwas anderes undefinirbares.

Sollte Herr Leroy die Behauptung aufstellen, dass der durch die Strahlenfurche gelegte Normalschnitt des Strahlenbündels nicht einer der beiden kleinsten Querschnitte desselben sei, so muss ich es ihm überlassen, den Gegenbeweis zu führen. In dem einfachsten Falle der Brechung in einer sphärischen Fläche wird ihm dies unmöglich sein, da in der II. Brennlinie die Strahlenfurche mit der diakaustischen Fläche coincidirt, diese aber in eine Gerade degenerirt.

Wir wollen aber noch einen Schritt weiter gehen und einen Strahlenfächer NN_1nn_1 (Fig. 2) betrachten, der zwar unendlich dünn von der I. Ordnung ist, aber eine endliche Breite s besitzt. Es sei also aus der Wellenfläche parallel mit einer Krümmungslinie ein Streifen herausgenommen von der Dicke $d\sigma$ und der Breite s. Die I. diakaustische Curve sei $\beta_1\beta_2$, die II. ai. Wir zerlegen den Ausschnitt der Wellenfläche in unendlich viele Streifen von der

Breite ds und der Länge $d\sigma$. In diesem Falle werden die beiden äussersten Punktepaare Nn und N_1n_1 in Abständen von der II. diakaustischen Curve ai liegen, welche um endliche Grössen von einander differiren. Da die II. Strahlenfurche von der Curve ai in Abständen liegt, welche Grössen von der II. Ordnung der Kleinheit nicht überschreiten, so ist ai die II. Brennlinie und zwar eine Raumcurve von endlicher Länge. Sie setzt sich aus den partiellen Brennlinien ab, bc, cd u. s. w. zusammen, welche im Allgemeinen keinen der Strahlen unter einem rechten Winkel schneiden, so dass der Winkel ω variabel ist, weil r, ϱ und ihre Differenziale variabel sind. Nach der Sturmschen Theorie sind nun aber $\alpha_1\beta$, $\beta_1\gamma$, $\gamma_1\delta$ u. s. w. die partiellen Brennlinien, wodurch ihre Continuität verloren geht, die doch sichtlich vorhanden ist. Da der Strahlenfächer windschief ist, so degenerirt die I. Brennlinie, wiewohl der Fächer zwischen β_1 und β_2 einen kleinsten Querschnitt hat. Die II. Brennlinie dagegen ist thatsächlich vorhanden. Hier verliert die Sturm'sche Theorie den Boden, da die Bedingungen ihrer Voraussetzungen fehlen.

Zum nachdrücklichen Hinweise auf das Bedürfniss, ich möchte sagen die Nothwendigkeit, die wahre Form und Umhüllungsfläche unendlich dünner — astigmatisch gebrochener Strahlenbündel mathematisch zu untersuchen und die Brennlinien zu definiren, sowie auf die unzureichende Genauigkeit und die Unzulässigkeit der bedingungslosen Anwendung des Sturm'schen Conoides oder Kummer'schen Strahlenmodelles auf Anschauungen, welche wir uns von den entsprechenden dioptrischen und katoptrischen Vorgängen zu bilden haben, möchte ich schliesslich die Aufmerksamkeit der Physiologen auf eine vor Kurzem im II. Hefte des Borchardt'schen Journals für reine und angewandte Mathematik (1884) von Dr. Böklen publicirte Abhandlung, betitelt: „Ueber die Krümmung der Flächen" hinlenken. Während Sturm unter alleiniger

Berücksichtigung der I. und II. Differenzialquotienten*) der Flächenordinaten sein Normalenconoid als Norm des Krümmungsmaasses einer Fläche aufstellt, und somit zur Charakteristik der Krümmungen oder Wölbungen sein Conoid identificirt mit dem Normalenbündel des mit der Normale des Flächenpunkts coaxialen in II. Ordnung osculirenden elliptischen Paraboloides, sieht Böklen die Hinzuziehung der III. Differenzialquotienten als geboten an. Er setzt deshalb an die Stelle der Centralflächen der Malus'schen Wellenfläche diejenigen eines dieselbe in III. Ordnung osculirenden Ellipsoides. Da nun solcher unendlich viele möglich sind, so proponirt er zur Bestimmung desselben zwei Mittel und Wege, welche er zugleich analytisch illustrirt und wählt dazu

1. die sogenannten Polstrecken R und P, d. h. die II. Krümmungsradien der beiden Hauptkrümmungslinien projicirt auf die Tangentialebene des Flächenelementes;

oder

2. die beiden Krümmungsradien R_1 und P_1 der Evoluten der beiden Hauptkrümmungslinien.

Sind also r und ϱ die Hauptkrümmungsradien des osculirten Punktes, so sind Bestimmungsstücke des osculirenden Ellipsoides

$$\text{entweder} \quad r, \quad \varrho, \quad R, \quad P,$$

$$\text{oder} \quad r, \quad \varrho, \quad \frac{\varrho d\varrho}{ds}, \quad \frac{r dr}{d\sigma}.$$

Das Princip von Böklen unterscheidet sich von dem von mir bereits 1882 angenommenen nur insofern, als ich zu Bestimmungsstücken des osculirenden Ellipsoides für die

*) Den von Hrn. Leroy schlechthin gebrauchten Ausdruck „Si l'on néglige des infiniment petits du second ordre" halte ich nicht für zutreffend. Wohin das führen kann, wenn man unendlich kleine Grössen II. O. gegen solche I. O. vernachlässigt, habe ich gezeigt in meiner Abhandlung in Acta mathem. l. c. S. 183.

genauesten und bei der graphischen Dioptrik besonders in Betracht kommenden Fälle die Elemente

$$r,\ \varrho,\ \frac{dr}{ds},\ \frac{d\varrho}{d\sigma},$$

wo $d\varsigma$ und $d\sigma$ die Differenziale der Hauptkrümmungslinien des Flächenpunktes bezeichnen. Die Werthe der beiden Differenzialquotienten sind

$$\frac{dr}{ds} = \frac{r-\varrho}{\varrho} \cot\ \omega,\ \frac{d\varrho}{d\sigma} = \frac{r-\varrho}{r} \cot\ \omega_1.$$

Um die Anwendung dieser Functionen zur Bestimmung des osculirenden Ellipsoides zu illustriren, verweilen wir noch einen Augenblick bei der Betrachtung des Strahlenconoides bei der Brechung in einer sphärischen Fläche. In diesem concreten Falle ist die Malus'sche Fläche eines beliebigen, auch endlich dicken, ursprünglich homocentrischen Strahlenbündels eine Rotationsfläche. Es wird also in irgend einem Wellenflächenelemente sich eine Rotationsfläche an die Wellenfläche genauer anschmiegen als das osculirende elliptische Paraboloid. Es lassen sich nun die mit sämmtlichen aufeinander folgenden äquidistanten Wellenflächen coaxialen Rotationsellipsoide leicht bestimmen.

Es sei N_2B_2 (Fig. 3), also ein Theil des gebrochenen Strahles OB_2 die Normale des elliptischen Quadranten AN_2D und der I. Brennpunkt B_1 ein Punkt seiner Evolute. Denken wir uns diesen Quadranten um seine kürzeste Halbaxe AF oder die Centrale der brechenden Fläche um den unendlich kleinen sphärischen Winkel MSM_1 gedreht, so beschreibt die kleine Normale MN die Basis des gebrochenen Strahlenbündels ein Wellenflächenelement und das elliptische Bogenelement M_2N_2 ein kleines Element einer der äquidistanten Wellenflächen. Der Punkt B_1 beschreibt die I. Brennlinie $B_1B_1 = da_1$ und $B_2B_2 = da$ ist II. Brennlinie; das astigmatische Strahlenbündel wird ein Normalenconoid des Rotationsellipsoides. Wir sind nun im Stande, die Halbaxen $DF = b$, $AF = a$ desselben

aus den gegebenen Verhältnissen zu bestimmen. Die Gleichung der brechenden Kugelfläche sei

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = R^2$$

und wenn man den Abstand CF der Centra der beiden Flächen mit e bezeichnet, die Gleichung des Ellipsoides

$$\frac{(x-e)^2}{a^2} + \frac{y^2 + z^2}{b^2} = 1.$$

Für eine gegebene Objectweite PS und Amplitude SPO = ϑ des einfallenden Strahles PO sind r, ϱ und ω bestimmbare, bekannte Grössen. Betrachten wir der Einfachheit wegen die Wellenlinie und Brennfläche des Axenschnittes, so sind z und ζ gleich Null, und es existiren folgende realisirbare Gleichungen, worin t den beliebigen, gegenseitigen Abstand der Wellenlinien MN und $M_2 N_2 = ds_1$ bedeutet:

I. $\varrho - t = f\,(y, a, b, e)$,

II. $r - t = \varphi\,(y, a, b, e) = y : \sin\omega$,

III. $r - \varrho = \psi\,(y, a, b, e)$,

IV. $\cot\omega = \frac{\varrho}{r-\varrho} \cdot \frac{dr}{ds} = \frac{\varrho - t}{r - \varrho} \cdot \frac{dr}{ds_1} = F'\,(y, a, b, e)$.

Aus diesen Gleichungen lassen sich a, b und e finden, wobei t eine willkürliche Grösse bleibt und y sich aus II. ergiebt. Hierdurch sind Grösse und Lage der osculirenden Rotationsellipsoide für alle Wellenflächen des gebrochenen Strahlenbündels bestimmt. Sie können innerhalb des Brennraumes $B_1 B_1 B_2 B_2$ auch in Hyperboloide übergehen.*)

Rostock, 25. März 1884.

*) Man vergleiche auch: Hay, Ueber die analytische Bedeutung etc. Arch. f. Augen- u. Ohrenh. VI. 1877. S. 48.

Zur Kenntniss dichromatischer Farbensysteme.

Von

Dr. Arthur König,

Assistent am physikalischen Institut der Universität Berlin.

Hierzu Tafel III.

---

§ 1.

Einleitung.

Nach der Young-Helmholtz'schen Farbentheorie entsteht bei normalem Farbensinn die Empfindung „Weiss", d. h. diejenige Empfindung, welche das Sonnenlicht nach dem Durchgang durch die Atmosphäre hervorruft, dadurch, dass jede der drei Grundempfindungen (Roth, Grün und Violett resp. Blau) in nahezu gleicher Stärke erregt wird. Die Annahme einer immer völlig gleichen Erregung der drei Grundempfindungen ist unmöglich in Rücksicht auf die bekannte und von den Malern zur Erzielung gewisser Effecte oftmals verwerthete Thatsache, dass das grelle Sonnenlicht einen gelblichen, das durch dicke Wolkenschichten gedämpfte Sonnenlicht aber einen bläulichen Farbenton besitzt. Letzteres ist sogar der Fall bei dem in seiner objectiven Zusammensetzung noch etwas mehr rothe Strahlen als das Sonnenlicht enthaltenden

Mondlicht.*) Diese Abweichungen von völlig neutralem, d. h. solchem Weiss, in dem keine der Grundempfindungen vorherrscht, sind aber nur unbedeutend und die Vertheilung der Stärke der Grundempfindungen über das Spectrum ist eine derartige, dass keinerlei homogenes Licht auch nur annähernd (abgesehen von ganz hohen Intensitäten) die Empfindung Weiss erzeugt. Es würde dieses an derjenigen Stelle im Spectrum der Fall sein, wo bei einer graphischen Darstellung der Stärke der Grundempfindungen die Ordinaten der drei Curven gleiche oder nahezu gleiche Höhe hätten.

Anders liegen die Verhältnisse aber in Farbensystemen mit nur zwei Grundempfindungen, auf welche sich meine nachfolgenden Untersuchungen beziehen und welche ich im Unterschiede von den normalen, trichromatischen Farbensystemen als dichromatische bezeichnen will.

Sehen wir ab von der sehr selten**) vorkommenden sog. „Violettblindheit" (nach Helmholtz) oder „Blaugelbblindheit" (nach Hering), so können wir als charakteristische Eigenthümlichkeit der Besitzer dichromatischer Farbensysteme die mangelnde Fähigkeit Roth von Grün zu unter-

---

*) Mit dem Helmholtz'schen Leukoskope habe ich seit meiner letzten Publication über Photometrie (Wied. Ann. Bd. XVII., S. 990) auch das Mondlicht untersucht und bin zu dem obigen Resultate gelangt. Nach der in jener Abhandlung benutzten Bezeichnung ist:

für Petroleumlicht	β = 71,1°
„ Gaslicht	71,2
„ Kalklicht	76,7
„ elektr. Kohlenbogenlicht .	79,0
„ Magnesiumlicht	86,3
„ Mondlicht	87,1
„ Sonnenlicht	90,5.

**) Herr Joy Jeffries in Boston hat unter 802 von ihm untersuchten „Farbenblinden" nur 3 „Violettblinde" gefunden. Vergl. J. Jeffries, Colorblindness, its dangers and its detection. Boston 1883.

scheiden ansehen. Um frei von jeder theoretischen Voraussetzung zu bleiben und den Boden der reinen Empirie nicht zu verlassen, werde ich im Folgenden für „Rothblinde" und „Grünblinde" (nach Helmholtz) oder „Rothgrünblinde" (nach Hering) mich der Bezeichnung „Rothgrünverwechsler" bedienen, und möchte dieselbe auch zur allgemeinen Benutzung empfehlen, solange nicht Thatsachen für die Richtigkeit der einen oder der anderen Theorie entschieden haben.

Die Beobachtungen der Herren A. v. Hippel*) und F. Holmgren**) an einem einseitigen Rothgrünverwechsler haben den Nachweis gebracht, dass das betreffende dichromatische Farbensystem sich nicht in der Weise zusammensetzt, dass eine der drei Grundempfindungen des normalen, trichromatischen Systems fortgefallen, sondern es war vielmehr an Stelle von Roth und Grün die Grundempfindung Gelb getreten. Dadurch erklärt es sich, dass bei jenem Farbenverwechsler die Empfindung Weiss dieselbe war, wie bei Personen mit trichromatischem Farbensystem.

Wenn wir nun demnach auch nicht mehr berechtigt sind, mit den Bezeichnungen „rothblind" und „grünblind" die Anschauung zu verbinden, welche bei der Einführung dieser Namen zu Grunde lag***), so haben doch andererseits die Untersuchungen an Rothgrünverwechslern eine Trennung derselben in zwei Klassen unvermeidlich gemacht. Die einen, die sogenannten „Rothblinden" verwechseln ein helles Roth mit einem dunklen Grün, und

*) A. v. Hippel, Graefe's Archiv Bd. XXVII. (3), S. 47.

**) F. Holmgren. Centralbl. für die medizin. Wissenschaft. 1880. No. 49 u. 50.

***) H. Helmholtz, Verhandl. des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. Bd. II., S. 1, 1859, oder Wissensch. Abhandl. Bd. II., S. 346. Leipzig 1883.

die andern, die sogenannten „Grünblinden" ein dunkles Roth mit einem hellen Grün. *)

Da bei einem dichromatischen Farbensystem in dem einen Theile des Spectrums die Grundempfindung Gelb und in dem andern Blau vorherrscht, so muss zwischen diesen beiden Theilen eine Stelle vorhanden sein, wo beide sich zu der Empfindung „Weiss" zusammensetzen, d. h. wo die oben erwähnten Curven für die Grundempfindungen sich schneiden. Diesen Punkt nennt man den „neutralen Punkt" im Spectrum der Rothgrünverwechsler und man hat mehrfach die Wellenlänge desselben zu bestimmen gesucht. Nachdem nun aber Herr W. Preyer **) experimentell nachgewiesen, dass die Lage desselben von der Intensität des Spectrums abhängig sei, liessen sich nur solche Bestimmungen miteinander vergleichen, welche unter genau denselben Umständen ausgeführt worden waren.

Ich unternahm es daher, die Wellenlänge des neutralen Punktes einer sorgfältigen Messung an einer Anzahl von Rothgrünverwechslern zu unterziehen und dabei besonders zu beachten:

1. wie gross bei mehrmaliger Ausführung derselben Messung die Genauigkeit der Bestimmung war;
2. ob bei gleicher Intensität die Trennung der Rothgrünverwechsler in zwei scharf gesonderte Klassen auch in der Wellenlänge des neutralen Punktes hervortrat;

---

*) Beobachtungen mit dem bereits oben erwähnten Leucoscope haben diese Trennung ebenfalls als eine scharfe ergeben. Die Einzelheiten dieser Untersuchung werde ich baldigst publiciren.

**) W. Preyer, Pflüger's Archiv Bd. XXV., S. 31. 1881. Auch separat erschienen unter dem Titel: Ueber den Farben- und Temperatursinn mit besonderer Rücksicht auf Farbenblindheit. Bonn 1881.

3. in welcher Weise die letztere bei demselben Individuum von der Intensität des Spectrums abhängig war.

§ 2.

Die Bestimmung der Wellenlänge des neutralen Punktes bei gleicher Intensität.

Die Bestimmung der Wellenlänge des neutralen Punktes wurde, soweit ich die darauf bezügliche Literatur bisher kennen gelernt habe, bisher in der Weise ausgeführt, dass in der Brennebene des Oculars eines Spectralapparates sich ein Diaphragma mit einem schmalen Spalte befand, und nun der untersuchte „Farbenblinde" angewiesen wurde, durch das Ocular zu blicken und den Ocular- oder den Collimatorspalt so lange zu verschieben, bis der im Ocularspalte sichtbare Theil des Spectrums den Eindruck von Weiss resp. Grau machte. Es wurde dann aus der Lage des Ocular- oder Collimatorspaltes die mittlere Wellenlänge jenes Spectrumstreifens bestimmt. Diese Methode besitzt, abgesehen von der oftmals vorhandenen Ungenauigkeit in der Bestimmung der Wellenlänge*) zwei Fehlerquellen. Erstlich hat der Farbenverwechsler nicht zu gleicher Zeit weisses Licht vor Augen, um es mit dem neutralen Streifen vergleichen zu können, sondern er muss sich die Empfindung „Weiss" aus der Erinnerung vergegenwärtigen, und zweitens hat der aus dem Spectrum herausgeschnittene Theil in seiner ganzen Breite nicht dieselbe Farbe. Letzterem Mangel kann zwar dadurch einigermassen abgeholfen werden, dass man den Streifen sehr schmal

---

*) Die auf solche Weise in dem Laboratorium des Herrn Donders ausgeführten Messungen sind zwar von diesem Mangel frei, leiden aber auch an den beiden andern nachstehend gerügten Uebelständen.

macht, aber damit wird auch die genaue Beurtheilung seiner Farbe schwieriger, so dass dem Vorgehen in dieser Richtung bald eine Grenze gesetzt ist.

Die Umgehung aller dieser Fehlerquellen geschah, indem ich ein von Maxwell zuerst ausgeführtes und von Herrn v. Helmholtz bei der Construction seines Apparates zur subjectiven Mischung zweier Spectralfarben*) befolgtes Princip meiner Untersuchungsmethode zu Grunde legte.

Ein gleichseitiges Prisma war so auf dem Tische eines Spectralapparates fest aufgestellt, dass eine seiner Kanten gerade in der Mitte von dem Objectiv des Fernrohres stand. Das Ocular dieses Fernrohres war entfernt und an seiner Stelle ein Spalt angebracht, der genau parallel dem des Collimators gerichtet war. Bei geeigneter Einstellung wurde ein Spectrum in der Ebene des Ocularspaltes entworfen und aus ihm durch den letzteren ein kleiner Streifen herausgeschnitten. Ein unmittelbar vor dem Ocularspalt befindliches und durch ihn schauendes Auge erblickte dann diejenige Fläche des Prismas, aus der die Strahlen heraustraten, in gleichmässiger Färbung, und bei der geringen Breite des Spaltes, welche etwa $^1/_{40}$ der gesammten Länge des sichtbaren Spectrums betrug, ist der in das Auge gelangende Theil des Spectrums ein so geringer, dass wir nach einem bekannten Gesetze der Farbenmischung seinen subjectiven Gesammteindruck gleich demjenigen seiner mittleren Wellenlänge setzen dürfen. Die theoretische Erklärung für dieses Gesetz ist darin zu suchen, dass wir auf einem so kleinen Abschnitte des

*) Siehe den Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879. Berlin 1880. S. 520.

Spectrums den Verlauf der Curven für die Stärke der drei Grundempfindungen als gradlinig annehmen können.

Das Collimatorrohr war durch eine Mikrometerschraube verschiebbar und seine Stellung konnte immer durch einen an ihm angebrachten kleinen Spiegel vermittels Scala und Fernrohr genau bestimmt werden.

Wenn man den Collimatorspalt mit Sonnenlicht beleuchtete und mit einer starken Lupe den Ocularspalt betrachtete, so sah man in ihm bei Drehung jener Mikrometerschraube die hervorragenderen Fraunhofer'schen Linien vorbeipassiren, und indem man die Scalentheile ablas, bei welchen sie mit den Rändern des Ocularspaltes zusammenfielen, liess sich genau die Stellung bestimmen, wo sie in der Mitte des Spaltes sich befanden, wo also dem unmittelbar durch den Spalt blickenden Auge die eine Prismenfläche in der dieser Linie entsprechenden Farbe erschien.

Nachdem ich die den Fraunhofer'schen Linien b_1 und F zugehörigen Scalentheile aufgesucht hatte, war ich im Stande, mit Hülfe der beiden ersten Glieder der Cauchyschen Formel

$$n = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2} + \frac{\gamma}{\lambda^4} + \dots$$

wo n den Brechungscoefficienten, λ die zugehörige Wellenlänge und α, β, γ u. s. w. dem brechenden Medium eigenthümliche Constanten bezeichnen, die mittlere Wellenlänge des durch den Ocularspalt gehenden Lichtes für jede zwischen den Linien b_1 und F gelegene Stellung des Collimatorrohres durch Interpolation zu berechnen.

Wegen der Kleinheit dieses Intervalles war es nicht nöthig, mehr als zwei Glieder der Formel in Rechnung zu ziehen. Ihre Berücksichtigung wäre erst erforderlich gewesen bei einer zwei- bis dreifach genaueren Bestim-

mung der Wellenlänge als ich sie ausgeführt habe und wegen der immerhin mit einiger, wenn auch sehr geringen Unsicherheit der Einstellung der Linie b_1 und F auf die Spaltränder auch nur ausführen konnte.

Die zweite Fläche des Prismas, welche dem durch den Ocularspalt blickenden Auge zum Theil sichtbar war, wurde mit einem weissen Pigmente bedeckt. Nach mannigfachen vergeblichen Versuchen, ein immer wieder in genau demselben Tone reproducirbares weisses Pigment herauszufinden, nahm ich nach einem Vorschlage meines Collegen Herrn Dr. E. Hagen Papier, welches wenige Sekunden lang über die Flamme eines brennenden Magnesiumdrahtes gehalten worden und sich dadurch mit einer feinen Schicht von Magnesiumoxyd belegt hatte. Dieses so behandelte Papier besitzt eine ungemein zarte und schöne weisse Färbung, lässt sich sehr leicht und immer wieder in genau derselben Farbennuance herstellen, so dass ich es als „Normal-Weiss" für alle physiologisch-optischen Versuche vorschlagen möchte. Man hat bei seiner Benutzung nur darauf zu achten, dass es von weissem Wolkenlichte und nicht etwa von bläulichem Himmelslichte oder dem Lichte der übrigen Umgebung erleuchtet wird. Ich erzielte dieses in einfacher Weise durch einen Hohlspiegel, vermittels dessen ich ein Bild der Wolken unmittelbar auf der Papierfläche entwarf. Alles übrige Licht war abgeblendet. Aenderungen in der Intensität dieser Beleuchtung wurden durch theilweise Bedeckung des Hohlspiegels mit mattschwarzem Papier oder durch Anwendung von Hohlspiegeln mit anderer Brennweite hervorgebracht.

Die Erleuchtung des Collimatorspaltes geschah bei den Beobachtungen, von welchen zunächst die Rede sein wird, durch eine immer auf derselben Höhe gehaltene Leuchtgasflamme eines Argandbrenners, der immer genau auf derselben Stelle stand. Der Collimatorspalt war so schmal,

dass bei einfallendem Sonnenlichte die D- und b-Streifen sich deutlich in zwei resp. drei Linien auflösten. Er blieb ebenso wie der Ocularspalt während der ganzen Untersuchung unverändert, so dass also die Helligkeit der des monochromatisch leuchtenden Prismenfläche immer dieselbe war.

Der Gang einer Bestimmung war nun folgender:

Der Apparat wurde so eingestellt, dass ungefähr die Wellenlänge 456 μμ*) einfiel. Der durch den Ocularspalt blickende Farbenverwechsler liess dann nach seiner Angabe durch eine zweite Person die Intensität des mit dem weissen Pigmente belegten Feldes so lange ändern, bis ihm dieses mit dem monochromatischen Felde gleich hell erschien. Sodann suchte er durch Drehen der Mikrometerschraube, also durch Aenderung der (mittleren) Wellenlänge des letzteren, die Nuancen beider Felder gleich zu machen, wobei manchmal noch eine kleine Aenderung der Beleuchtung des weissen Pigmentes nachträglich erforderlich wurde. Während dieser Einstellung blickte ich durch das zur Scalenablesung, d. h. zur Bestimmung der (mittleren) Wellenlänge benutzte Fernrohr und erfuhr dadurch in jedem Momente, welche Wellenlängen durch den Ocularspalt gingen, also von dem Farbenverwechsler mit dem weissen Pigmente verglichen wurden. Es gewährte einen sehr interessanten Anblick, wie derselbe mit seiner Einstellung anfänglich in grösseren, dann aber bald sehr klein werdenden Amplituden um den schliesslich als den richtigen bezeichneten Scalentheil hin- und herschwankte. Eine solche Einstellung dauerte nur wenige Minuten. Dieser Scalentheil wurde dann zur Berechnung der Wellenlänge notirt, darauf der Hohlspiegel weggenommen, das Colli-

*) μμ = Milliontel Millimeter. Siehe H. Kayser, Lehrbuch der Spektralanalyse. Berlin 1883. S 11.

matorrohr etwas verstellt und nun dieselbe Beobachtung von neuem begonnen.

Von sämmtlichen mir zur Verfügung stehenden 13 Rothgrünverwechslern liess ich je acht solcher Einstellungen machen und zwar mit jedem Auge vier. (Nur einer [Herr Schw.] musste sämmtliche acht Einstellungen mit dem rechten Auge machen, da sein linkes Auge eine zu geringe Sehschärfe besass.) Die für jedes der beiden Augen getrennt berechneten Werthe für die Wellenlänge λ_n des neutralen Punktes wichen nur sehr wenig von einander ab, in den meisten Fällen um weniger als die Summe der für jede Gruppe sich ergebenden wahrscheinlichen Fehler des Resultates. Ich habe daher hier die Abweichungen zwischen den beiden Augen desselben Individuums nicht berücksichtigt und alle acht Einstellungen zu einer Beobachtungsreihe zusammengezogen.

Die dann erhaltenen Resultate waren folgende:

1)	Herr	Dr. W.	$\lambda_n = 491,70 \pm 0,09$
2)	„	Dr. K.	$= 492,04 \pm 0,09$
3)	„	Dr. B.	$= 492,25 \pm 0,19$
4)	„	Dr. S.	$= 493,08 \pm 0,13$
5)	„	Dr. C.	$= 493,80 \pm 0,36$
6)	„	Lu.	$= 495,92 \pm 0,36$
7)	„	Dr. F.	$= 496,01 \pm 0,23$
8)	„	Le.	$= 496,08 \pm 0,40$
9)	„	Schw.	$= 497,37 \pm 0,48$ $= 497,68 \pm 0,34$ *)
10)	„	R. H.	$= 497,66 \pm 0,14$
11)	„	E. W.	$= 499,44 \pm 0,20$
12)	„	W. H.	$= 499,71 \pm 0,16$
13)	„	J. P.	$= 504,75 \pm 0,15$.

*) Mehrere Tage später als die erste Messung ausgeführt.

Bedenkt man, [illegible] gleich 0,50 [illegible] gewonnenen Werthe [illegible] dürfen. Jedenfalls [illegible] die Lage des neutralen [illegible] Individuum [illegible] Werthe von [illegible] trennen lassen.

Ich habe [illegible] der Wellenlänge ihres neutralen [illegible] wähle nun, dass die [illegible] „Rothblinde", die übrigen [illegible] waren. [illegible] daraus hervor, dass [illegible] kleinere Werthe für [illegible] gefunden wurden [illegible] blinden." [illegible] Klassen [illegible] zu [illegible]

Wegen der von mir [illegible] Herrn [illegible]* [illegible] Werthe für [illegible] nicht der aus den [illegible] der Herren E. Hering** und W. Preyer*** [illegible] pflichten, dass die neutralen [illegible] wechsler [illegible]

---

* A. [illegible] der Kleur-[illegible] van Kleurblinden. [illegible] Utrecht 1883. Afgedrukt in den Onderzoekingen gedaan in het physiol. laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. D. VII. 3de reeks 1882. p. 16.

** E. Hering. Bericht der k. k. Akad. d. Wissensch. zu Wien vom 15. Mai 1874 und Zur Erklärung der Farbenblindheit aus der Theorie der Gegenfarben. Prag 1880.

*** W. Preyer. Centralbl. für d. med. Wissenschaften 1881, No. 1 und Pflüger's Archiv Bd. XXV, S. 31. 1881. Letztere Abhandlung ist separat erschienen unter dem Titel: Ueber den Farben- und Temperatursinn mit besonderer Rücksicht auf Farbenblindheit. Bonn 1881.

[illegible] Weise [illegible] bei grosser Intensität in [illegible] des neutralen Punktes von [illegible] dem Besitzer eines [illegible] von der Wellenlänge 495 $\mu\mu$ bis 500 $\mu\mu$ [illegible] erklärt wird. Bei der Wellenlänge [illegible] kann man allerdings zweifelhaft sein.

Mit der vorstehenden Bemerkung beabsichtige ich keineswegs die Übereinstimmung meiner Ergebnisse mit der von Herrn E. Hering aufgestellten Theorie der Gegenfarben abzuleugnen; ich muss vielmehr zugeben, dass die bei der Lage des neutralen Punktes nach meinen Messungen bestehende Sonderung der [illegible] in zwei Klassen in gewisser Beziehung als eine Stütze jener Anschauungen aufgefasst werden kann.

§ 5.

Die Abhängigkeit der Wellenlänge des neutralen Punktes von der Intensität.

Bereits in der Einleitung habe ich darauf hingewiesen, dass Herr W. Preyer eine Abhängigkeit der Lage des neutralen Punktes von der Intensität aufgefunden hat. Setzen wir die Helligkeit des Spektrums bei der kleinsten von ihm benutzten Spaltbreite = 1, so erhielt er

Intensität	λ_n
1,—	512,8
1,1	511,5
1,2	510,3
1,3	509,9
1,4	507,8
1,6	506,6.

Hieraus ergiebt sich eine lineare functionelle Beziehung zwischen der Intensität und λ_m. Es erschien mir einer genauern Untersuchung werth, ob bei einer grössern Aenderung der Intensität diese Abhängigkeit dieselbe bleiben und ferner ob bei verschiedenen Individuen sich dieselbe Beziehung ergeben würde.

Die Verbreiterung des Spaltes konnte nicht von vornherein als ein zulässiges Mittel zur Erzielung grösserer Intensitäten erachtet werden. Es wurde dadurch nämlich das Spektrum unrein und es bedurfte des experimentellen Nachweises, dass die Gesammtheit des dann durch den Ocularspalt gehenden Lichtes noch denselben Farbeneindruck machte, wie das Licht mittlerer Wellenlänge. Zu diesem Zwecke benutzte ich ein zweites an meinem Apparate angebrachtes Collimatorrohr, welches von dem Ocularrohre aus betrachtet, eine zu dem früher erwähnten Collimatorrohre symmetrische Stellung hatte. Die durch den Spalt dieses zweiten Collimatorrohres gehenden Strahlen entwarfen nach der Entfernung des weiss-pigmentirten Papieres ebenfalls in der Ebene des Ocularspaltes ein Spektrum, und ein durch den letzteren blickendes Auge sah die früher weisse Fläche nunmehr farbig erleuchtet. Die Bestimmung der Wellenlänge geschah in derselben Weise wie an dem andern Rohre. Zunächst wurden die Constanten α und β für das Intervall D_1 F vermittels Sonnenlicht bestimmt und dann der Collimatorspalt bei einfallendem Lichte einer Natronflamme nach beiden Seiten genau gleich viel erweitert, so dass das von ihm entworfene Bild ebenso breit wie der Ocularspalt war. Die Intensität des auf den Collimatorspalt fallenden Lichtes konnte durch zwei gegeneinander drehbare Nikol'sche Prismen in beliebiger Weise geändert werden. Es zeigte sich nun, dass bei einer bestimmten Intensität dem durch den Ocularspalt blickenden (sowohl dichromatischen wie

[illegible]

[illegible]

Herr Dr. S.

Intensität	λ_1
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

Herr Schw.

Intensität	λ_2
[illegible]	[illegible] ± 0,50
1	497,37 ± 0,48

[illegible]	. . . .	[illegible] ± [illegible]
[illegible]	. . . .	[illegible] ± [illegible]
[illegible]	. . . .	[illegible] ± [illegible]

Herr J. P.

Intensität		λ_2
1	. . . .	[illegible] ± [illegible]
5	. . . .	[illegible] ± [illegible]

Die Untersuchung geschah genau in derselben Weise, wie ich sie oben in § 2 geschildert habe. Wegen der Benutzung des anderen Collimatorrohres war hier die früher monochromatisch leuchtende Prismenfläche mit dem weissen Pigmente bedeckt. Zur Beleuchtung des letzteren mussten bei den hohen Intensitäten Hohlspiegel von grosser Apertur genommen werden, um gleiche Intensität mit der andern Prismenfläche herzustellen, und auch selbst dann gelang es mir nur bei besonders hell erleuchtetem Wolkenhimmel, wodurch es sich erklärt, dass nur bei einem der Rothgrünverwechsler die Bestimmung von λ_2 bei den Intensitäten 15 und 50 vorgenommen wurde.

In der beifolgenden Tafel III habe ich sämmtliche erhaltenen Resultate graphisch dargestellt. Als Abscissenaxe ist das normale Spectrum von der Wellenlänge 505 $\mu\mu$ bis 485 $\mu\mu$ aufgetragen, und als Ordinaten sind die Intensitäten benutzt. Die durch die Punkte horizontal hindurch gelegten kleinen Linien bezeichnen ihrer Grösse nach den für den betreffenden Werth von λ_2 aus den gemachten acht Beobachtungen sich ergebenden wahrscheinlichen Fehler des Resultates. Da bei der Intensität 1 mehrere dieser Linien bei genau richtiger Aufzeichnung in einander übergreifen würden, so habe ich hier der Deutlichkeit halber einige der Punkte etwas höher, andere etwas niedriger eingetragen.

trichromatischen) Auge die beiden farbigen Prismenfelder genau denselben Eindruck machten, wenn beide Collimatorrohre auf dieselbe Wellenlänge eingestellt waren. Somit war der Nachweis geliefert, dass die hier vorhandene Unreinheit des Spectrums von keinem messbaren Einfluss auf die Genauigkeit der Bestimmung war. Bezeichne ich die für eine solche Gleichheit erforderliche Intensität mit 1, bei der also sämmtliche oben angegebenen Bestimmungen von λ_n gemacht worden, so konnte ich durch Drehen des einen der beiden Nikol'schen Prismen die Intensität bis auf 5 steigern. Durch Ersetzen des Argandbrenners durch ein Knallgaslicht war eine Erhöhung der Intensität bis auf 80 möglich. Die Prüfung der relativen Lichtstärke des Argandbrenners und des Kalklichtes geschah in der sorgfältigsten Weise durch ein Bunsen'sches Photometer unter Anwendung der von Herrn Rüdorff vorgeschlagenen Spiegelvorrichtung, welche es ermöglicht, beide Seiten des theilweise geölten Papieres zugleich zu überblicken.

Bei dreien der bereits oben erwähnten Rothgrünverwechslern, nämlich den Personen 4), 9) und 13) habe ich nun Bestimmungen von λ_n bei verschiedenen Intensitäten vorgenommen und erhielt folgende Resultate:

Herr Dr. S.

Intensität	λ_n
1	493,08 ± 0,13
5	488,59 ± 0,28
15	487,52 ± 0,17
80	487,46 ± 0,24.

Herr Schw.

Intensität	λ_n
0,5	499,90 ± 0,50
1	497,37 ± 0,48

2	494,36 ± 0,13
3	493,41 + 0,30
5	492,44 ± 0,30.

Herr J. P.

Intensität	λ_n
1	504,75 ± 0,15
5	498,59 ± 0,18.

Die Untersuchung geschah genau in derselben Weise, wie ich sie oben in § 2 geschildert habe. Wegen der Benutzung des anderen Collimatorrohres war hier die früher monochromatisch leuchtende Prismenfläche mit dem weissen Pigmente bedeckt. Zur Beleuchtung des letzteren mussten bei den hohen Intensitäten Hohlspiegel von grosser Apertur genommen werden, um gleiche Intensität mit der andern Prismenfläche herzustellen, und auch selbst dann gelang es mir nur bei besonders hell erleuchtetem Wolkenhimmel, wodurch es sich erklärt, dass nur bei einem der Rothgrünverwechsler die Bestimmung von λ_n bei den Intensitäten 15 und 80 vorgenommen wurde.

In der beifolgenden Tafel III habe ich sämmtliche erhaltenen Resultate graphisch dargestellt. Als Abscissenaxe ist das normale Spectrum von der Wellenlänge 505 $\mu\mu$ bis 485 $\mu\mu$ aufgetragen, und als Ordinaten sind die Intensitäten benutzt. Die durch die Punkte horizontal hindurch gelegten kleinen Linien bezeichnen ihrer Grösse nach den für den betreffenden Werth von λ_n aus den gemachten acht Beobachtungen sich ergebenden wahrscheinlichen Fehler des Resultates. Da bei der Intensität 1 mehrere dieser Linien bei genau richtiger Aufzeichnung in einander übergreifen würden, so habe ich hier der Deutlichkeit halber einige der Punkte etwas höher, andere etwas niedriger eingetragen.

Diese graphische Aufzeichnung lehrt neben der mangelnden Scheidung der Rothgrünverwechsler in zwei Gruppen, dass die Form der Curven, welche bei demselben Individuum die Abhängigkeit zwischen der Wellenlänge des neutralen Punktes und der Intensität darstellt, bei allen drei beobachteten Personen dieselbe ist. Bei geringen Intensitäten geschieht das Vorrücken nach dem blauen Ende des Spectrums ziemlich schnell, bei den grössten benutzten Intensitäten tritt aber fast völliger Stillstand ein.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität.
November 1883.

Ueber die Empfindlichkeit des normalen Auges für Wellenlängen-Unterschiede des Lichtes.

Von

Dr. Arthur König

und

Dr. Conrad Dieterici.

Hierzu Tafel IV.

Untersuchungen, die einer von uns*) über den neutralen Punkt im Spectrum der Rothgrünverwechsler durchgeführt hatte, ergaben eine ausserordentliche Empfindlichkeit des dichromatischen Auges für Verschiedenheiten der Wellenlänge des Lichtes in diesem Punkte. Bei den 13 untersuchten Personen lag der aus 8 Einzelbeobachtungen berechnete wahrscheinliche Fehler der Wellenlängenbestimmung ihres neutralen Punktes zwischen $\pm$ 0,09 und $\pm$ 0,5 Milliontel Millimetern. Dieses auffallende Ergebniss veranlasste uns auch die Empfindlichkeit des normalen Auges für Verschiedenheiten der Wellenlängen des Lichtes im Verlaufe des ganzen Spectrums zu untersuchen. Allerdings war dieselbe schon Gegenstand mehrerer Untersuchungen gewesen. Herr Mandelstamm**) hat ein Spectrum durch die Platten

---

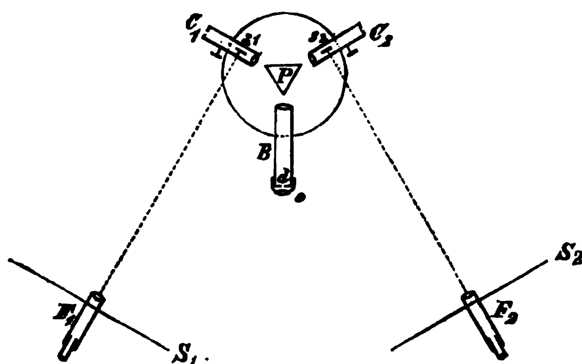
*) A. König, Verhandl. der physikal. Gesellsch. in Berlin. 1883, No. 4 u. 14. Ausführlicher in der dieser Abhandlung vorangehenden Mittheilung.

**) L. Mandelstamm. Graefe's Archiv XIII. 2. p. 399. 1867.

des Ophthalmometers ohne Benutzung des Oculars betrachtet und durch Neigung derselben gegen einander eine derartige relative Verschiebung der obern und untern Hälfte bewirkt, dass zwischen den an einander grenzenden Theilen ein eben merklicher Farbenunterschied vorhanden war. Aus der hierzu erforderlichen Neigung liess sich dann der zugehörige Wellenlängenunterschied berechnen. Dieselbe Methode hat Herr Dobrowolski *) mit geringen Abänderungen zu demselben Zwecke angewendet. In beiden Arbeiten war die Empfindlichkeit des Auges an denselben 8 Stellen im Spectrum geprüft, aber nicht so gross gefunden, wie sie sich bei den oben erwähnten Farbenblinden ergeben hat. Das letztere gilt auch von einer in neuester Zeit erschienenen Arbeit des Herrn Peirce **) über denselben Gegenstand, in welcher zwar eine andere Methode in Anwendung kommt, das Princip jedoch festgehalten wird, die Empfindlichkeit des Auges zu ermitteln aus einer noch eben wahrnehmbaren Farbenverschiedenheit zweier Streifen des Spectrums. Die in dieser Arbeit gegebene Empfindlichkeitscurve ist das Mittel aus den Beobachtungen an einer grössern Anzahl von Personen; und da man von vornherein nicht annehmen darf, dass die Vertheilung der Empfindlichkeit im Spectrum bei den verschiedenen Personen dieselbe ist, so können die in dieser Arbeit veröffentlichten Resultate nicht als eine abschliessende Beantwortung der vorliegenden Frage betrachtet werden. Wir nahmen daher den Gegenstand wieder auf mit der Absicht, die Empfindlichkeit des Auges für Wellenlängenverschiedenheiten an möglichst vielen Stellen im Spectrum bei verschiedenen Intensitäten für uns beide zu ermitteln. Dabei erschien es uns vortheilhaft, das bisherige Princip, die Empfindlichkeit zu folgern aus einem

*) Dobrowolski. Graefe's Archiv XVIII. 1, p. 66. 1872.
**) B. O. Peirce. Sillm. Journal. Vol. XXVI. p. 299. 1883.

eben noch wahrnehmbaren Farbenunterschied zweier neben einander liegender einfarbiger Felder, fallen zu lassen, vielmehr als Mass der Empfindlichkeit den aus vielen Einstellungen auf Gleichheit berechneten mittleren Fehler einer Beobachtung zu nehmen, da er angiebt, mit welcher Genauigkeit man an dieser Stelle des Spectrums aus der Farbenempfindung Gleichheit der Wellenlängen des Lichtes beurtheilt.



Der Apparat, dessen wir uns bei der vorliegenden Untersuchung bedienten, war ein Spectralapparat, auf dessen Tischchen ein gleichseitiges auf allen drei Seiten geschliffenes Prisma P unverrückbar fest stand. (Vergleiche beistehende Skizze.) Zwei Collimatorröhren C_1 und C_2 konnten vermittelst Mikrometerschrauben um die Axe des Apparates gedreht werden; sie trugen am einen Ende Spalte, die in der Brennebene ihrer Objectivlinsen lagen und deren Breite und Richtung beliebig geändert werden konnte. Das Beobachtungs-Fernrohr B auf einem mit dem Fusse des Apparates fest verbundenem Arme ruhend, war gegen eine Kante des Prismas gerichtet, so dass diese den vertikalen Durch-

messer der Objectivfassung bildete. In der Brennebene desselben befand sich ein Diaphragma d, welches einen verticalen durch Schrauben von aussen regulirbaren Spalt enthielt; dieser war den Spalten der Collimatorröhren parallel. Das Ocular o war mit einer kurzen Hülse nur übergeschoben und konnte leicht abgenommen werden. Erleuchtet man bei passender Stellung einer Collimatorröhre ihren Spalt, so entsteht in der Ebene des Diaphragmas d ein Spectrum, und es wird nur der auf den Spalt desselben auffallende Theil hindurchgelassen. Mit dem Ocular betrachtet, sieht man dann den Diaphragmaspalt in der Farbe des durchgelassenen Lichtes; nimmt man aber das Ocular ab und bringt das Auge direct an das Diaphragma, so sieht man die eine Prismenfläche erleuchtet mit derselben Farbe. Wegen der geringen Breite des Diaphragmaspaltes, welche in unserer Anordnung $^1/_{50}$ der Länge des sichtbaren Spectrums betrug, ist dieses Licht fast homogen und sein physiologischer Eindruck kann nach einem bekannten Gesetze der Farbenmischung gleich gesetzt werden, dem der Wellenlänge des mittleren Strahles. Durch Aenderung der Stellung der Collimatorröhre wird das in der Diaphragma-Ebene entworfene Spectrum seitlich verschoben, dadurch ein anderer Theil desselben von dem Diaphragmaspalt ausgeschnitten und dem entsprechend ändert sich die Farbe der Prismenfläche. Erleuchtet man den zweiten Collimatorspalt, so tritt dieselbe Erscheinung ein, nur ist, durch das Diaphragma direkt betrachtet, jetzt die zweite Prismenfläche einfarbig erleuchtet. Durch geeignete Einstellung der Collimatorröhren kann die Farbe beider Prismenflächen gleich gemacht werden.

Auf die beiden Collimatorröhren hatten wir zwei kleine Spiegel s_1 und s_2 fest aufgekittet, welche das Bild zweier in etwa 2 m Entfernung aufgestellten Scalen S_1 und S_2 in zwei mit Fadenkreuz versehene Fernröhre F_1 und F_2 zurückwarfen. Um bei einer gegebenen Stellung

des einen Collimators C_1 die mittlere Wellenlänge des aus dem Diaphragma austretenden Lichtes, in dessen Farbe, wie oben erwähnt, die eine Prismenfläche erschien, berechnen zu können, erleuchteten wir den Collimatorspalt mit Licht einer bekannten Wellenlänge, also etwa Na-Licht. Während dann der Eine von uns durch Drehen der zugehörigen Mikrometerschraube dem Collimator C_1 eine solche Stellung gab, dass die Ränder des mit Na-Licht gefärbten Bildes des Collimatorspaltes mit den Rändern des Diaphragmaspaltes, welcher mit dem aufgesetzten Ocular betrachtet wurde, zusammenfielen, las der Andere den bei jeder Einstellung mit dem Fadenkreuz im Fernrohre F_1 zusammenfallenden Scalentheil der Scala S_1 ab. Aus diesen Randeinstellungen wurde der mittlere Scalentheil berechnet, der derjenigen Stellung der Collimatorröhre C_1 entsprach, bei welcher das Spaltbild gerade in der Mitte des Diaphragmaspaltes lag. Dies Verfahren wurde für Licht der Li_α, Na, Tl, Sr_δ und K_β-Linie für beide Collimatorröhren wiederholt. Setzt man in der Cauchy'schen Dispersionsformel

$$n = \alpha + \frac{\beta}{\lambda^2}$$

für λ die bekannte Wellenlänge einer Lichtart für n den dazu gehörigen Scalentheil ein, was gestattet ist, weil die Aenderung der Scalentheile sehr nahe proportional der der Brechungsexponenten ist, so kann man aus zwei benachbarten Werthen von n und λ die für dies Intervall geltenden Constanten α und β bestimmen und mit diesen die zu einem jeden Scalentheile gehörige Wellenlänge berechnen.

Wir beobachteten stets ohne Benutzung des Oculars direct durch das Diaphragma des Beobachtungsrohres B und suchten zu einer durch Ablesung im Fernrohr F_1 bestimmten Stellung des Collimators C_1 diejenige Stellung

des Collimators C_2, bei der die beiden Prismenflächen gleichfarbig erschienen. Ein jeder von uns machte an jeder Stelle des Spectrums 50 solcher Einstellungen auf Gleichheit der Farbe, die der andere am Fernrohr F_2 ablas, und zwar mit beiden Augen abwechselnd und mit mehrmaliger Unterbrechung. Letzteres geschah, weil sonst die Empfindlichkeit durch Ermüdung und namentlich im Gelben und Grünen durch die complementären Nachbilder verringert wurde. Auf diese Weise haben wir von der Wellenlänge 640 — hier wie im Folgenden ist die zu Grunde gelegte Einheit Milliontel Millimeter, wofür wir uns des Zeichens $\mu\mu$ *) bedienen werden — also in der Nähe von C beginnend von 10 zu 10 $\mu\mu$ fortschreitend, bis zur Wellenlänge 430 $\mu\mu$ also der Linie G entsprechend, an jeder Stelle 50 Einstellungen auf Gleichheit der Farbe gemacht. Aus diesen ist der mittlere Fehler einer Beobachtung berechnet.

Bei dieser Berechnung leitete uns folgende Ueberlegung: Angenommen, es sei das Collimatorrohr C_1, so eingestellt, dass im Fernrohr F_1 der der Wellenlänge λ_m entsprechende Scalentheil mit dem Fadenkreuz zusammenfalle und es seien im Fernrohr F_2 die Scalentheile $s_1\, s_2 \cdots s_{50}$ beobachtet, denen nach der Cauchy'schen Formel die Wellenlängen $\lambda_1, \lambda_2 \ldots . \lambda_{50}$ zukommen, so wäre bei absoluter Richtigkeit unserer Bestimmung der Wellenlängen der mittlere Fehler einer Beobachtung:

$$\sqrt{\frac{\sum\limits_{p=1}^{p=50} (\lambda_m - \lambda_p)^2}{50}}$$

*) Nach dem Vorschlage von H. Kayser. Lehrbuch der Spectralanalyse. Berlin 1883. pag. 11.

Die Bestimmung der Wellenlängen beruht auf der Bestimmung der Constanten α und β der Cauchy'schen Formel; nun wird aber wegen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler, das für die Scala S_1 berechnete Werthepaar dieser Constanten etwas fehlerhaft sein und zwar in anderem Maasse als das für die Scala S_2 bestimmte. In Folge dessen wird auch λ_m, welches berechnet ist unter Anwendung des einen Werthepaares, in anderem Maasse fehlerhaft sein, als jede der Grössen λ_p, die mit dem anderen Werthepaare der Constanten berechnet sind. Daraus folgt, dass der Mittelwerth von λ_p nicht mit λ_m zusammenfällt und dadurch $\sum\limits_{p=1}^{p=50} (\lambda_m - \lambda_p)^2$ stets zu gross erhalten wird. Dieser Fehler ist, bei der Kleinheit der gefundenen Fehler von derselben Grössenordnung, er verschwindet aber, wenn bei der Berechnung nur auf ein Collimatorrohr Bezug genommen und λ_m durch den Mittelwerth λ_0 von λ_p ersetzt wird, weil dann λ_0 und $\lambda_1 \ldots . \lambda_{50}$ mit denselben Constanten berechnet sind. Diese Ersetzung sind wir berechtigt vorzunehmen, weil wir annehmen können, dass der Mittelwerth von 50 Einstellungen auf Gleichheit nicht mehr mit einem in Betracht kommenden Fehler behaftet ist. Der dann nur einmal bei der Bestimmung der Constanten α und β begangene Fehler beeinflusst nun nicht mehr die Grösse des mittleren Fehlers, sondern nur seine Lage d. h. der für eine gewisse Wellenlänge λ_m gefundene mittlere Fehler gilt für die Wellenlänge $\lambda_m \pm \varepsilon$, wo ε eine Grösse ist, die in den meisten Fällen 1 $\mu\mu$ nicht übersteigt.

Unsere Beobachtungen sind bei zwei verschiedenen Intensitäten der Beleuchtung angestellt. Die hohe Intensität wurde in dem lichtstärkeren Theile des Spectrums, also von 640 $\mu\mu$, etwa der Linie C entsprechend, durch zwei gleiche Gaslampen mit Argandbrennern, die mit

ihrer höchsten Intensität brannten, hergestellt und von 520 $\mu\mu$ ersetzt durch das intensive Licht einer Knallgaslampe. Diese stand auf einem besonderen Tisch, dem Beobachtungsfernrohr gegenüber. Zwei Linsen entwarfen von der glühenden Stelle des Kalkcylinders zwei Strahlenbündel, welche nahezu senkrecht zu den Collimatorröhren waren und an deren Spaltenden gerade vorbeigingen. Hier standen zwei total reflectirende Prismen, welche die Strahlenbündel in die Spalte hineinlenkten. Bei passender Stellung der eingeschalteten Linsen wurde das Strahlenbündel auf der reflectirenden Prismenfläche concentrirt und dadurch die Spalte intensiv erleuchtet. Für die niedrige Intensität wendeten wir dieselben Gas-Argandbrenner an, die jedoch passend gedämpft waren; diese Intensität, die etwa $^1/_2$ der ersteren war, genügte bis 470 $\mu\mu$. Von hier wurde dieselbe Knallgaslampe angewendet, den eingeschalteten Linsen aber eine solche Stellung gegeben, dass ein weniger concentrirtes Strahlenbündel auf jedes der Prismen fiel.

Im Folgenden geben wir zunächst eine Tabelle der von uns erhaltenen Resultate. Die erste Spalte giebt die Wellenlängen in Milliontel Millimetern ($\mu\mu$), die zweite und dritte für jeden von uns die zugehörigen mittleren Fehler ausgedrückt in derselben Einheit. Bis zur Wellenlänge 520 $\mu\mu$ haben wir beide die mittleren Fehler bei hoher und niedriger Intensität gleich gefunden. Die vorkommenden Abweichungen waren so gering, dass sie füglich als Beobachtungsfehler zu betrachten waren.

Wellenlänge	Mittlerer Fehler einer Einstellung für beide Intensitäten	
	K	D
640 $\mu\mu$	1,28 $\mu\mu$	1,82 $\mu\mu$
630 „	1,05 „	1,47 „
620 „	0,68 „	1,00 „

Wellenlänge	Mittlerer Fehler einer Einstellung für beide Intensitäten	
	K	D
610 $\mu\mu$	0,56 $\mu\mu$	0,78 $\mu\mu$
600 „	0,36 „	0,48 „
590 „	0,26 „	0,40 „
580 „	0,27 „	0,36 „
570 „	0,29 „	0,31 „
560 „	0,40 „	0,32 „
550 „	0,65 „	0,51 „
540 „	0,68 „	0,64 „
530 „	0,65 „	0,62 „
520 „	0,59 „	0,51 „

Wellen-länge	Mittlerer Fehler einer Einstellung für hohe Intensität		für geringe Intensität	
	K	D	K	D
510 $\mu\mu$	0,51 $\mu\mu$	0,38 $\mu\mu$	0,40 $\mu\mu$	0,38 $\mu\mu$
500 „	0,41 „	0,29 „	0,23 „	0,28 „
490 „	0,36 „	0,25 „	0,16 „	0,23 „
480 „	0,33 „	0,23 „	0,28 „	0,26 „
470 „	0,43 „	0,38 „	0,46 „	0,41 „
460 „	0,54 „	0,53 „	0,54 „	0,57 „
450 „	0,82 „	0,57 „	0,44 „	0,40 „
440 „	0,62 „	0,50 „	0,68 „	0,45 „
430 „	0,69 „	0,56 „	1,06 „	0,56 „

Die gefundenen Resultate bestätigen im Allgemeinen die von den früheren Beobachtern gefundene Vertheilung der Empfindlichkeit im Spectrum. Bei keinem von uns war ein Unterschied zwischen dem rechten und linken Auge wahrzunehmen.

Unsere Bestimmung der Empfindlichkeit beginnt mit der Wellenlänge 640 $\mu\mu$, also nicht ganz bei der Linie C.

Der Grund, weshalb wir dieselbe nicht über die Linie C ausgedehnt haben, ist der, dass die Unterschiede der Farbenempfindung, die das Spectrum jenseits dieser Linie hervorruft, nicht durch die Verschiedenheiten der Wellenlängen, sondern lediglich durch Intensitätsdifferenzen bedingt sind. Herr Peirce *), der seine Curve weitergeführt hat, findet manche Personen bei $Li_\alpha = 670\ \mu\mu$ empfindlicher als bei C, ebenso ergab sich bei Herrn Dobrowolski **), dass sein Auge bei B empfindlicher war, als bei C; er bemerkt aber zugleich, dass die Erklärung dieser Erscheinung möglicherweise in dem schnellen Abfall der Intensität jenseits B zu suchen sei. Wir haben uns durch besondere Versuche davon überzeugt, dass in der That in diesem Theile des Spectrums nur die vorhandenen Intensitätsunterschiede die Verschiedenheiten der Farbenempfindung hervorbringen. Zu dem Zwecke stellten wir die eine Collimatorröhre ein auf den der Wellenlänge 650 $\mu\mu$ entsprechenden Scalentheil und erleuchteten ihren Spalt mit einer Gaslampe; auf den Spalt der anderen Collimatorröhre concentrirten wir sodann das intensive Licht der Knallgaslampe und stellten nun auf Gleichheit ein. Bei mehrfachen Versuchen dieser Art ergab sich, dass bei diesem Verhältniss der Intensitäten, Licht von grösserer Wellenlänge als 710 $\mu\mu$ denselben Eindruck hervorrief, wie jenes Licht der Wellenlänge 650 $\mu\mu$. Die Grenze des Gebietes der blossen Intensitätsunterschiede im Spectrum fanden wir bei uns an etwas verschiedenen Stellen zwischen den Wellenlängen 650 $\mu\mu$ und 640 $\mu\mu$. Eine Ausdehnung unserer Untersuchung auf diesen Theil des Spectrums hätte also lediglich die Empfindlichkeit des Auges für Intensitätsunterschiede betroffen.

---

*) B. O. Peirce. Sill. Journal. 1883.

**) Dobrowolski, Graefe's Archiv XVIII. 1, p. 66. 1872.

Es könnte indessen sein, dass die Vertheilung der Intensität im Spectrum auch an anderen Stellen die von uns gefundenen Resultate beeinflusst, also die an einer Stelle gefundene Empfindlichkeit des Auges nicht lediglich von den Wellenlängenverschiedenheiten, sondern auch von den an dieser Stelle vorhandenen Intensitätsdifferenzen bedingt ist. Wenn dies der Fall wäre, so müsste bei gleichmässiger Intensitätsvertheilung über das ganze Spectrum der mittlere Fehler einer Beobachtung an den verschiedenen Stellen wesentlich andere Werthe annehmen. Eine gleichmässige Intensitätsvertheilung ist aber nicht zu erreichen, wohl aber kann man die Intensitätsvertheilung erheblich ändern durch Einschalten passend gewählter farbiger Platten, die an den Stellen des Spectrums Absorptionsstreifen haben, wo die Intensität in einem kleinen Intervall stark variirt. Indem wir dies Verfahren einschlugen, ergaben sich nur so unbedeutende Abweichungen von den früher erhaltenen Resultaten, dass wir zu dem Schlusse berechtigt sind, dass die von uns gefundenen Werthe der mittleren Fehler einer Beobachtung lediglich von den Verschiedenheiten der Wellenlängen abhängen und nicht oder nur unmerklich beeinflusst sind durch die Intensitätsunterschiede.

Zur Veranschaulichung unserer Resultate haben wir in Tafel IV, die in der Tabelle gegebenen Werthe in ein Coordinatensystem eingetragen, dessen Abscissenaxe die Wellenlängen in Milliontel Millimetern giebt, während die Ordinatenaxe die zugehörigen mittleren Fehler einer Beobachtung darstellt. Welchem von uns beiden die verschiedenen Curven angehören und welcher Intensität sie entsprechen, ist auf der Tafel selbst eingetragen.

Unsere Curven fallen von 640 $\mu\mu$ beginnend in stetiger Neigung bis in die Nähe der Linie D. Hier tritt ein erstes Minimum ein; während es jedoch für den einen

von uns (K) bei 590 $\mu\mu$ liegt, erreicht der andere (D) sein erstes Minimum erst bei 570 $\mu\mu$. Unsere Curven ergeben dann im Grünen eine geringere Empfindlichkeit; in der Nähe der Linie E trennen sich die Empfindlichkeitscurven für die verschiedenen Intensitäten. Die Curven geringer Intensität erreichen beide ein zweites Minimum bei 490 $\mu\mu$, also nahe bei F. Dies ist nach unseren Messungen die Stelle der grössten Empfindlichkeit für Wellenlängenverschiedenheiten im ganzen Spectrum; auch Herr Dobrowolski findet dieses zweite Minimum tiefer liegend als das erste ($^1/_{740}\ \lambda_F = 0.65\ \mu\mu$), während in der Curve des Herrn Peirce dieses Minimum höher liegt (1,7 $\mu\mu$). Der Grund dieser Abweichung ist wohl der, dass die von Herrn Peirce veröffentlichte Curve construirt ist aus den Durchschnittswerthen von vielen an verschiedenen Personen angestellten Messungen. Da nun wohl, wie sich das auch bei unserem ersten Minimum bei D gezeigt hatte, nicht für alle Personen die Minima auf einander fallen, so werden Minima und Nicht-Minima superponirt, woraus eine Erhöhung des absoluten Werthes folgen muss. In der Nähe dieses Minimums liegt nach den bereits erwähnten Messungen des einen von uns der neutrale Punkt im Spectrum der Rothgrünverwechsler. Es zeigt sich, dass auch ein mit einem trichromatischen Farbensystem begabtes Auge an dieser Stelle des Spectrums eine gleiche Empfindlichkeit zeigt, wie das dichromatische. Unsere Curven geringer Intensität steigen dann und erreichen ein drittes Minimum bei 450 $\mu\mu$ der Stelle im Spectrum, wo das Indigoblau in Violett übergeht. Sodann steigen die Curven wieder und enden bei 430 $\mu\mu$, also bei der Linie G. Weiter zu gehen verhinderte der starke Abfall der Intensität jenseits dieser Linie.

Die Curven hoher Intensität zeigen von dem Punkte, wo sie sich von denen niedriger Intensität trennen, ein

im Allgemeinen ähnliches Verhalten; bei beiden treten ebenso, wie bei den ersteren, zwei Minima hervor, indessen sind diese gegen die Minima bei geringer Intensität bei uns beiden in demselben Sinne verschoben. Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich bei den Rothgrünverwechslern, bei denen der neutrale Punkt mit steigender Intensität nach dem blauen Ende des Spectrums fortrückt.*) Wir unterlassen es, die aus dieser Erscheinung, so wie aus dem Vorhandensein des bei uns beiden beobachteten dritten Maximums der Empfindlichkeit im Violetten sich ergebenden Folgerungen auszusprechen, bevor nicht bereits geplante weitere Versuche auch von anderer Seite eine Stütze für dieselben geliefert haben.

Ob im Violetten jenseits der Linie G der Unterschied der Farbenempfindung, ebenso wie im Rothen jenseits der Linie C, lediglich auf Intensitätsdifferenzen im Spectrum beruht, wollen wir durch weitere Versuche mit Hülfe des Sonnen- oder electrischen Lichtes einer Prüfung unterwerfen.

Die Resultate der vorstehenden Untersuchung lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

1. Die Unterschiede der Farbenempfindung im rothen Ende des Spectrums bis etwas über die Linie C hinaus sind lediglich durch die vorhandenen Intensitätsunterschiede bedingt.
2. Das Maximum der Empfindlichkeit für Wellenlängenverschiedenheiten im Gelben liegt für beide Beobachter an verschiedenen Stellen des Spectrums.
3. Die beiden anderen Maxima (im Blaugrünen und am Uebergang von Indigo in Violett) liegen bei

---

*) Vergl. W. Preyer, Pflüger's Archiv Bd. XXV., pag. 31 und A. König, Verhandlungen der physikalischen Gesellschaft in Berlin 1883, No. 14, und in der vorhergehenden Abhandlung, § 3.

derselben Intensität für beide Beobachter an denselben Stellen;

4. sie wandern aber, ebenso wie der in der Gegend des ersteren dieser beiden Maxima liegende, neutrale Punkt im Spectrum der Rothgrünverwechsler, mit steigender Intensität nach dem violetten Ende des Spectrums hin.

Berlin, Physikalisches Institut der Universität.
Februar 1884.

Bemerkungen zur Geschichte der Hypermetropie.

Von

Prof. Dr. Rud. Schirmer

in Greifswald.

Die Lehre von der Hypermetropie des Auges, wie sie uns Donders in seiner hochwichtigen Monographie giebt, von welcher mir die deutsche von O. Becker besorgte Originalausgabe *) vorliegt, hat ihre Vorgeschichte, und Donders hat in seinem Werke S. 270—278 **) schon selbst dafür gesorgt, dass die Vorarbeiten anderer nicht unbekannt blieben. Seine geschichtlichen Bemerkungen haben bisher nur wenige Ergänzungen erhalten. Ich selbst habe i. J. 1869 in den Annales d'oculistique T. LXII, p. 201—210 einige diesbezügliche Beiträge gegeben; aber einen befriedigenden Abschluss hatte ich dadurch noch nicht erlangt.

Wir begegnen nämlich in dem Jahrhundert vor den Arbeiten von Donders einestheils Beschreibungen der Refraction eines hyperopischen Auges, welche dem Autor selbst so räthselhaft ist, dass er davon absteht, dieser Refraction einen besonderen Namen beizulegen. Anderer-

---

*) Die Anomalien der Refraction und Accommodation des Auges von Donders. Wien 1866.

**) Siehe auch J. H. de Haas, Geschiedkundig onderzoek omtrent de Hypermetropie en hare gevolgen. Proefschrift. Rotterdam (Utrecht) 1862. Hier findet auch die Asthenopie noch besondere Berücksichtigung, so dass auch die Vorgeschichte der Aufzeichnung dieses Symptoms, welches ja mit der Hypermetropie in engem Zusammenhang steht, entworfen ist.

seits finden wir, wo schon einiges physikalisches Verständniss für diese Anomalie besteht, dass derselben auch ein besonderer Name gegeben wird, vornehmlich ist dies der Name „Hyperpresbyopie". Wenn nun v. Stellwag in der Vorrede zur dritten Auflage seines Lehrbuches der gesammten Augenheilkunde, Wien 1867, S. V behauptet. dass er die Bezeichnung Hyperpresbyopie eingeführt habe, so ist dies historisch nicht richtig. Dies war mir schon klar geworden, als ich in meinem Aufsatz in den Annales d'oculistique anführen konnte, dass sich schon 1825 Purkinje*) des Ausdruckes Hyperpresbyopie bediente und in der Weise, als wenn dieses Wort schon vor ihm gebraucht wäre. Ich vermochte aber beim Nachforschen in den verschiedensten Schriften der Augenärzte hierüber keine weitere Aufklärung zu gewinnen. Ich hatte mich dabei nicht an die richtige Adresse gewandt; bei den Mathematikern war hierüber Auskunft zu erhalten.

Der Leipziger Mathematiker Abraham, Gotthelf Kästner ist derjenige, welcher 1755 zuerst den Namen Hyperpresbyopie gab für den Refractionszustand, welchen wir heute absolute Hypermetropie nennen. In der Schrift: „Vollständiger Lehrbegriff der Optik nach Herrn Robert Smith's Englischem mit Aenderungen und Zusätzen von A. G. Kästner, Altenburg 1755, 4" entwickelt Kästner auf Seite 371 ff. in analytischer Darstellung die Dioptrik für fehlerhafte Augen und deren Correction durch Gläser und sagt speciell für unsern Fall auf S. 372: „Liegt aber „die Sache Q über den Brennpunkt F vom Glase ab, so „machet sie ihr Bild q auf der andern Seite des Glases, „und das Auge müsste durch zusammengehende Strahlen „deutlich sehen, wenn ihm das Glas hier helfen sollte. „Ob es dergleichen Augen gäbe, die man zur Nach- „ahmung von Wallisens Quantitatibus plus quam infinitis

*) Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Zweites Bändchen. Neue Beiträge zur Kenntniss des Sehens. Berlin 1825. S. 178.

„überweitsichtig, Hyperpresbytas nennen könnte, „weiss ich nicht. Ich finde wenigstens keine Unmöglich- „keit, dass der Bau eines Auges so beschaffen sein könnte, „dass auch entfernte Sachen, und folglich nahe noch viel „mehr, ihr Bild erst hinter dem Netzhäutchen hätten; ein „solches Auge würde weder parallele, noch auseinander- „fahrende Strahlen auf sein Netzhäutchen sammeln. Seine „brechende Kraft wäre zu geringe, wie sie beim Kurz- „sichtigen zu gross ist, und da es nothwendig Strahlen „empfangen musste, die nach Punkten hinter ihm gingen, „so würde ihm ein erhabenes Glas auf erwähnte Art „Dienst thun." — Diese Gedanken gehen von Kästner und nicht von Smith aus und finden sich deswegen weder im englischen Originalwerke, welches 1738 zu Cambridge erschien, noch in dessen französischer Uebersetzung, durch einen Ungenannten 1767 in 2 Bänden zu Avignon herausgegeben.

Danach begegnet mir wieder das Wort Hyperpresbyopie in der physiologisch-mathematischen Dissertation von H. W. M. Olbers.*) Er erklärt auf S. 17 den Zustand der Augen nach der Staaroperation als Hyperpresbyopie und erwähnt daselbst in einer Anmerkung, dass zuerst Kästner diesen Brechungszustand beschrieben und benannt habe, und dass Janin einen Fall von „natürlicher" Hyperpresbyopie mitgetheilt habe. Das Citat von Olbers betreffend Kästner ist aber unrichtig, indem jener in seiner Dissertation nur Kästner's Angew. Mathem. citirt. In diesem Werke: Anfangsgründe der angewandten Mathematik. 2 Bde., Göttingen 1759, 3. Aufl. 1781, 8. findet man über Hyperpresbyopie gar nichts. Die Beobachtung von Janin ist ja auch in unserer Zeit hinlänglich besprochen.

Trotz mehrfacher, wiederholter Nachforschungen ist es mir nicht gelungen, früher als 1825 bei Purkinje**)

---

*) De oculi mutationibus internis. Göttingen 1780. 4.

**) l. c. S. 173.

das Wort Hyperpresbyopie wiederzufinden, was ich schon vor längerer Zeit mittheilte.*)

Alles bisher bezüglich des vorliegenden Themas Geleistete weit überragend ist v. Stellwag's am 12. April 1855 in der Academie der Wissenschaften zu Wien vorgetragene Abhandlung über „die Accomodationsfehler des Auges." Der Autor gründete seine Anschauungen auf die eben erst erforschten Accommodationsvorgänge im Auge, wie sie Cramer und Helmholtz veröffentlicht hatten. Unter der Bezeichnung Hyperpresbyopie verstand v. Stellwag nicht nur die absolute Hypermetropie, sondern begriff darunter auch die facultative, wenn auch die schwächeren Grade noch nicht ihre Berücksichtigung fanden. Das unverdiente Missgeschick, dass diese wichtige Arbeit fast unbeachtet blieb, lässt sich zum Theil von der unglücklichen Wahl des alten Namens Hyperpresbyopie herleiten.

Nachdem Listing**) auch solcher weitsichtiger Augen Erwähnung gethan hat, welche nur durch eine Sammellinse die Fixsterne als leuchtende Punkte wahrnehmen, führt Ruete unter der Bezeichnung Uebersichtigkeit in seinem Lehrbuche der Ophthalmologie 1845 die absolute Hypermetropie an.***) Des Ausdruckes Uebersichtigkeit bedient sich auch Merz in seiner Optik besonders für Augenärzte, München 1845; doch ist, was er darüber sagt, unbrauchbar.†) Später widmet Liersch in seinem Schriftchen: Brillen und Augengläser, Leipzig 1859, der Uebersichtigkeit ein Capitel S. 37 und 38, in welchem nur

*) Annales d'oculistique. T. LXII, p. 208.

**) Beitrag z. physiolog. Optik. Göttingen 1845. S. 8 u. 9.

***) vergl. Donders l. c. S. 275.

†) s. S. 82: „Sind die Augen so, dass sie weder in der Ferne, „noch in der Nähe gut sehen, so ist dies Uebersichtigkeit (auch „eine zu starke Kurzsichtigkeit heisst so); dann ist die Linse „stark gewölbt, zugleich aber die Pupille sehr klein, und es ist „in diesem Falle nichts anderes zu thun, als durch schwache „Convexgläser das Licht zu vermehren. Dieser Zustand ist „selten" etc.

die absolute Hyperopie und wenig eingehend berücksichtigt wird.

Mit dem ganz unpassenden Namen Presbyopie (was wir unter Presbyopie verstehen, wird von Hess Presbytie genannt) belegt Hess *) die besprochene Refractionsanomalie und zeigt sich bei Besprechung dieses optischen Fehlers in der Gläserverordnung behufs Correction sehr bewandert, so dass die Beurtheilung durch Donders (l. c. 274) ihm nicht gerecht wird.

Viel grösser ist die Gruppe von Autoren, welche den Zustand der Hypermetropie beobachtet und darüber Mittheilung gemacht haben, aber keine volle Erklärung geben konnten und schon deswegen keine besondere Benennung für diese Anomalie hatten. Donders hat in seinem oft citirten Werke hiervon aufgeführt: Janin und dann Wells 1811 **), als dritten Autor habe ich in meinem oben citirten Aufsatz Georg Tobias Ludwig Sachs (Historia naturalis duorum Leucaethiopum auctoris ipsius et sororis ejus. Solisbaci 1812) hinzugefügt und dort ausführlich die betreffenden Stellen mitgetheilt und gezeigt, wie gewissenhaft und eingehend Sachs seine und seiner Schwester Augen geprüft hat. ***) Donders erwähnt nun weiter Ware (1812), Sichel (1845), White Cooper (1853), Baudens (1861), Böhm (1845), Ritterich (1843),

*) Handboek der mechanische Oogheelkunde. Zierikzee 1842. S. 216. Vergl. Annales d'oculistique T. LXII, p. 209.

**) Das von Donders gegebene Citat Philos. Transact. CIII ist irrthümlich. Die in Frage kommende Abhandlung von Wells findet sich Philos. transact. vol. CI. Mackenzie hat richtig citirt.

***) Bei dieser Gelegenheit kann ich es nicht unterlassen, für G. T. C. Sachs gewissermassen eine Ehrenrettung zu schaffen. In Mauthner's mit Recht weit verbreitetem Lehrbuch der Ophthalmoskopie lesen wir nämlich auf S. 6, „daher konnte Sachs „seine früher erwähnten, lügenhaften Angaben machen." Hätte Mauthner die Abhandlung von Sachs oder auch nur die durch Schlegel besorgte Uebersetzung in die Hand bekommen und nicht blos nach den Citaten Anderer geurtheilt, würde er sicher

Fronmüller (1850), Smee (1855), Mackenzie (1836), welche sämmtlich vereinzelte Mittheilungen machen, die in das Bereich der Hypermetropie gehören.

Obige Reihe kann ich noch vervollständigen durch Weller. Derselbe sagt nämlich auf S. 185 seiner Diätetik für gesunde und schwache Augen, Berlin 1821: „In seltenen Fällen liegt die Ursache der Weitsichtigkeit „in einem von Jugend auf angestammten, flachen Bau des „Augapfels, kommt dann schon in den Kinder- und Jüng„lingsjahren zum Vorschein und ist oftmals in diesem „Falle gleichsam angeboren. Ein sehr verdriessliches „Uebel, welchem wir nichts entgegensetzen können, als „eine höchst vorsichtig ausgewählte, sparsam zu benutzende, „convexe Brille, die möglichste Uebung in Betrachtung „naher Objecte und Vermeidung des beständigen Fern„sehens." — Auch Onsenoort erwähnt, dass die Fernsichtigkeit angeboren sein kann*) und ebenso A. Franz.**)

nicht so den Stab über Sachs gebrochen haben. Derselbe sagt ausdrücklich § 115, dass keiner der beiden Albinos sich erinnere, ihr Augenleuchten jemals selbst gesehen oder, indem das Licht aus dem Auge strömte, irgend eine ungewöhnliche Empfindung in den Augen wahrgenommen zu haben; und ferner in § 109, er bedauere, dass es ihm bisher noch nicht gelungen sei, das Augenleuchten mit eigenen Augen wahrzunehmen, was er aber von den glaubwürdigsten Zeugen, den Eltern der beiden Albino-Geschwister erfahren, wolle er schlicht und getreu berichten. Von seinen Eltern hörte also Sachs, dass seine und seiner Schwester Augen in steter Pendelbewegung sich befunden hätten, und dass in der Dämmerung und selbst in dunkler Nacht oft ein lebhaftes, gelbliches Licht aus den Augen leuchte, welches in Gestalt von Scheiben oder Kugeln, die sich nach verschiedenen Richtungen wälzen, und dann glänzende Strahlen, zuweilen von Zolllänge, aussenden, sich zeige. Wegen der Aufnahme dieser Laien-Berichte in die sonst werthvolle Abhandlung darf Sachs jedenfalls nicht als Lügner hingestellt werden.

*) De kunst, om de oogen wel te verplegen en voor ziekten te bewaren. Utrecht 1838. S. 97.

**) The eye, a treatise etc. London 1839. p. 194.

Ueber eine subjective Erscheinung bei Betrachtung von Contouren.

Von

Dr. G. Mayerhausen in München.

Von verschiedenen Autoren ist bereits eine Erscheinung beschrieben worden, welche von denselben an Gittern und parallelen Liniensystemen beobachtet wurde, ich meine das wellige oder perlenschnurartige Aussehen, welches unter gewissen Umständen die einzelnen Stäbe der Gitter resp. Linien einer entsprechenden Zeichnung darbieten.

Der erste, welchem wir eine Mittheilung hierüber verdanken, ist Purkinje. *) Derselbe beobachtete bei angestrengtem Anschauen von Parallellinien auf Kupferstichen ein Flimmern in denselben, welches näher betrachtet in einem theilweisen Einandernähern und Entfernen derselben bestand, so dass die Linien wellenförmig erschienen. „Das Wesen der Erscheinung", — sagt Purkinje, — „liegt zum Theile in der Perspective, zum Theile in den Blendungsbildern." „In dem Axenpunkte des Sehfeldes sind die Linien etwas mehr von

*) Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. I. Prag 1823. pag. 122.

einander entfernt, und nähern sich einander an denen von demselben weiter abstehenden Stellen. Wie nun der Axenpunkt im Linienfelde hin und herbewegt wird, neigen sich an den entfernteren Stellen die Linien gegen einander und entfernen sich in der jedesmaligen Mitte, indess die ihnen entsprechenden Blendungsbilder ihre Gestalt behalten und sie vielfältig decken und durchschneiden, wodurch eine Bewegung und mannichfaltige Beugung derselben entsteht, was ihnen ein wellenförmiges Ansehen giebt." — So Purkinje's Erklärung.

Aehnliche Versuche stellte Bergmann *) theils selbst an, theils liess er dieselben von Anderen ausführen, indem er dazu Gitterzeichnungen benutzte, deren Striche und Zwischenräume je 1 Mm. betrugen. Oefters fand es sich, dass in einer Entfernung von mehr als 5 Meter die Untersuchten sich über die Richtung der Stäbe täuschten, besonders häufig wurde die Richtung derselben gerade senkrecht zu der wirklichen angegeben.

Bergmann sucht die Erklärung der Erscheinung in der Anordnung der Zapfen der Fovea. Er nimmt an, dass die Zapfen der Centralgrube so neben einander geordnet sind „ähnlich wie die Zellen des Bienenstockes sich im Querschnitt zeigen." Auf ein dementsprechendes Schema legte er in verschiedenen Richtungen Gitter, und kommt auf Grund seiner Versuche, die im Original nachgelesen werden müssen, zu dem Resultat, dass die Bedingungen zum Auftreten der subjectiven Erscheinung eines Gitters, welches rechtwinklig gegen das objectiv vorhandene steht, am günstigsten sind, wenn die Bilder der Stäbe und Zwischenräume etwas mehr als $^1/_2$ der Breite der Zapfen betragen.

---

*) C. Bergmann, Anatomisches und Physiologisches über die Netzhaut des Auges; in Zeitschrift für rat. Medizin (Henle und v. Pfeufer), 3. Reihe, 11. Bd. 1857. pag. 83 ff.

Hensen*) gelangt nach seinen Untersuchungen zu der Annahme, dass die fragliche Erscheinung eine Folge davon sei, dass nicht die Zapfenkörper es sind, sondern nur die von Pigment umhüllten äusseren Zapfenspitzen, welche durch Licht erregt werden, und die beiläufig nach M. Schultze nur 1/5 des Durchmessers der Zapfenkörper besitzen. Dieser Auffassung gemäss wäre das Gesichtsfeld der Fovea kein ununterbrochenes, sondern ein lückenhaftes, aus empfindlichen Punkten und unempfindlichen Kreisen bestehend, wir wären aber im Stande, die Lücken zur Linie zu ergänzen. Zur Erläuterung finden sich mehrere schematische Figuren beigefügt.

Kurz erwähnen will ich hier noch, dass Volkmann**) diese Hypothese für unannehmbar betrachtet.

Helmholtz***) bemerkte das Welligwerden der Stäbe an einem Gitter, dessen parallele schwarze und weisse Streifen 13/24 = 0,4167 Mm. betrugen. In einem Abstande von 1,1 bis 1,2 Meter fingen für ihn die Wellenlinien an deutlich sichtbar zu werden. Der genannte Autor giebt von der Erscheinung eine Abbildung (l. c. Fig. 102 A) und sucht mit Hülfe einer zweiten beigefügten Zeichnung (l. c. Fig. 102 B) ihre Erklärung aus der Zapfenmosaik des gelben Fleckes im Sinne Bergmann's zu geben.

Eine ebenfalls hierher gehörige Erscheinung beob-

---

*) Hensen, Ueber eine Einrichtung der Fovea centralis retinae, welche bewirkt, dass feinere Distanzen als solche, die dem Durchmesser eines Zapfens entsprechen, noch unterschieden werden können; in Virchow's Archiv, Bd. 34, pag. 401; und: Ueber das Sehen in der Fovea centralis; in Virchow's Archiv, Bd. 39, pag. 475.

**) A. W. Volkmann, Weitere Untersuchungen über die Frage, ob die Zapfen der Netzhaut als Raumelemente beim Sehen fungiren; in Du Bois-Reymond's und Reichert's Archiv, Jahrg. 1866. pag. 649.

***) Physiolog. Optik. p. 217.

achtete Riccò.*) Derselbe sah nämlich Objecte mit geradlinigen Contouren, wenn er dieselben in der Distanz des deutlichen Sehens (9 Cm. für sein rechtes Auge) gegen den Himmel oder ein gut beleuchtetes Papierblatt hielt, mit einer feinen Zähnelung. Er glaubt, dass dieses Phaenomen durch die eigenthümliche Anordnng der sechseckigen Zellen des Retinaepithels erzeugt werde.

Schliesslich hat ganz neuerdings v. Fleischl in einem in der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien gehaltenen Vortrage: „Zur Physiologie der Retina" — welcher Vortrag mir allerdings nur im Referat der „Wiener med. Presse"**) vorliegt — dieses an Contouren sich zeigenden Wellenphänomens Erwähnung gethan.

Es heisst l. c.: „Er (der Vortragende) weist die Erklärung dieses Phaenomens aus der Zapfen-Mosaik zurück, indem er zeigt, dass die Länge und Höhe der Wellen ein Vielfaches der Grösse besitzt, die sie nach jener Erklärung haben müsste. Auch ist die Kleinheit des Gesichtswinkels, unter dem die Stäbe gesehen werden, keine Bedingung für das Zustandekommen der Erscheinung, vielmehr tritt dieselbe an jedem Contour zwischen zwei verschiedenen Helligkeiten oder Farben ein, also auch an ganz dicken und nahen Gittern, sobald nur das Bild des Contours mit einiger Geschwindigkeit parallel mit sich selbst über die Netzhaut gleitet. Wieso aber hierbei die Wellen auftreten, vermag er nicht anzugeben." — Soweit das Referat.

Zufällig hatte ich mich nun bereits ebenfalls seit längerer Zeit mit ähnlichen Versuchen beschäftigt, wobei es mir jedoch niemals gelingen wollte, eine Erscheinung

* A. Riccò, Sopra un fenomeno soggetivo di visione. Annali di Ottalmologia. Anno VI, pag. 547. Referat im Jahresber. f. Ophthalm. Jahrg. VIII, pag. 96.

**) Das hierauf Bezügliche in No. 5, Jahrg. 1884, pag. 150.

wahrzunehmen, die ich mit voller Sicherheit hätte auf die Anordnung der Zapfen zurückführen können, immer waren die Wellen oder Zacken viel zu gross, um eine solche Erklärung zuzulassen, eine Beobachtung, die, wie oben gesagt, ja auch von v. Fleischl gemacht wurde. Aber ebenso wollten die Erklärungen der übrigen angeführten Autoren für meine Beobachtung nicht passen.

Ueberhaupt interessirte mich das citirte Referat der „Wiener med. Presse" ausserordentlich, da meine Resultate — obgleich völlig unabhängig gefunden — mit denen des genannten Forschers, auch ausser in dem bereits genannten Punkte, noch mehrfach übereinstimmten.

Zudem bin ich noch in der Lage, für meine Beobachtung eine durchaus stichhaltige Erklärung beizubringen.

Ebenso wie v. Fleischl fand auch ich, dass es durchaus nicht absolut nothwendig ist, dass die zum Versuche benutzten Objecte unter sehr kleinem Gesichtswinkel (d. h. aus grösserer Entfernung) gesehen werden, wenngleich unter Umständen eine angemessene grössere Entfernung die Erscheinung unbedingt deutlicher hervortreten lässt. Den Grund hiervon werden wir später kennen lernen.

Ferner hatte auch ich gefunden, dass es nicht nothwendigerweise eines Stabes oder eines aus solchen bestehenden Gitters, ja nicht einmal einer Anzahl paralleler Linien bedarf, sondern dass jeder beliebige Contour zur Beobachtung geeignet ist. Jede scharfe Grenze zwischen zwei verschiedenen Helligkeiten oder Farben, jede Kante zweier aneinander stossenden verschieden beleuchteten Flächen, jeder Rand eines Gegenstandes, der gegen eine dahinter liegende Wand u. s. w. sich genügend abhebt, zeigt die Erscheinung. Auch ist eine centrale Fixation nicht unbedingtes Erforderniss, sondern bei einiger Uebung sieht man dasselbe auch sehr schön auf den peripheren Partien der Netzhaut.

Selbstverständlich zeigen, wenn verhältnissmässig schmale Objecte benutzt werden, wie Stäbe, Striche u. s. w., an denen zwei Contouren sichtbar sind, diese Objecte die Erscheinung auch an beiden Contouren, und so entstehen denn auch Figuren, wie sie z. B. Helmholtz abgebildet hat.

Die Erscheinung tritt, besonders bei sehr heller Beleuchtung nicht immer gleich auf den ersten Blick ein, sondern bisweilen erst nach kürzerem oder längerem Hinschauen.

Ein für die Erklärung sehr wichtiger Umstand jedoch, den ich bei keiner der von den genannten Autoren beschriebenen Erscheinungen genügend betont finde, wenn auch zu ersehen ist, dass derselbe dann und wann wohl beobachtet wurde, ist folgender.

Betrachten wir entweder an dem Stabgitter oder einer passenden Zeichnung oder einer beliebigen Kante zweier aneinander stossenden verschieden beleuchteten Flächen aufmerksam die Erscheinung, so wird es uns nicht entgehen, dass die Wellenlinien durchaus nicht stabile sind, und keineswegs unverändert bleiben, sondern dass ein fortwährender Wechsel in dem Phaenomen sich derart vollzieht, dass wir an derselben Stelle, wo kurz vorher ein Wellenberg sich befand, im nächsten Moment ein Wellenthal sehen und umgekehrt, auch wenn wir die Augen absolut ruhig halten. Die Wellen sind auch durchaus nicht so regelmässig, sondern bald kürzer, bald länger gestreckt, bald wieder mehr spitz, einer Zähnelung zu vergleichen, bald abgerundet; kurz wir sehen, auch die Wellen als solche wechseln fortwährend ihre Grösse und Form.

Dieselbe Erscheinung mit ihrem fortwährend wechselnden Aussehen zeigt sich aber auch im Nachbilde, und zwar sowohl im entoptischen als im ectoptischen, gleichviel ob eine centrale oder excentrische vorherige Betrachtung des Objectes stattfand.

Eine Erklärung dieser Erscheinung ist bei einer aufmerksamen Beobachtung nicht schwer zu finden in den eigenthümlichen fortwährend wechselnden Schwankungen des Eigenlichtes der Netzhaut.

Bekanntlich ist ja unser Gesichtsfeld auch bei vollständigem Abschlusse alles objectiven Lichtes und ohne jeden anderen Reiz von aussen nicht absolut dunkel. Es bleibt sich dabei vollständig gleich, ob wir in einem hellen Raume die Augen genügend bedecken — ohne natürlich im geringsten einen Druck auf dieselben auszuüben — oder ob wir uns mit geöffneten Augen in einem absolut finsteren Zimmer befinden.

Haben wir uns auf diese Weise von dem Vorhandensein des Eigenlichtes der Netzhaut einmal überzeugt, so wird es uns übrigens nicht schwer fallen, dasselbe auch bei geöffneten Augen ohne vollständigen Abschluss des äusseren Lichtes wahrzunehmen.

Sehen wir z. B. von einem erleuchteten Orte aus durch die geöffnete Thür in ein finsteres Zimmer hinein, so bemerken wir, dass der von der Thüröffnung begrenzte dunkle Raum durchaus nicht absolut lichtlos ist. Wir sehen daselbst, und zwar im ganzen Bereiche des Gesichtsfeldes, ein unausgesetztes „Kriebeln und Wiebeln", nicht einen Moment herrscht an derselben Stelle eine vollkommene Ruhe. Je länger wir hinschauen und je mehr wir unsere Aufmerksamkeit der Sache zuwenden, desto deutlicher und stärker tritt das Eigenlicht hervor. Bald möchte man es einen äusserst sanft phosphorescirenden Staub nennen, der nach den verschiedensten Richtungen in nicht genau zu verfolgenden Bahnen durcheinander strömt, bald würde man wiederum das Aussehen als ein ausserordentlich zart und fein marmorirtes bezeichnen, dessen Muster jedoch durch Auftauchen und Wiederverschwinden von lichten und lichtlosen Theilchen in jedem Augenblicke sich anders gestaltet.

Dazwischen erscheinen bei manchen Menschen oft hier und da Bruchstücke der von mir*) als subjective Wahrnehmung des Faserverlaufs in der Nervenfaserschicht der Retina beschriebenen Figur.

Ganz ebenso zeigen sich diese Erscheinungen des Eigenlichtes beim Blick auf irgend eine beliebige dunkle Fläche. Je heller diese letztere gewählt wird, desto weniger Bestimmtes lässt sich unterscheiden, so dass bei einer gewissen Helligkeit sich nur noch eine eigenthümliche Unruhe im Gesichtsfelde geltend macht, ohne dass man jedoch von dem fortwährenden Wechsel zwischen helleren und dunkleren Stellen und Punkten sich noch deutlich Rechenschaft geben könnte.

Es wird uns übrigens dies nicht verwundern, wenn wir bedenken, dass das Eigenlicht der Netzhaut ja nur von sehr schwacher Intensität ist. Beiläufig sei bemerkt, dass die Stärke desselben von Volkmann**) nach seinen Versuchen angegeben wird als gleich der Helligkeit einer schwarzen Sammetfläche, beleuchtet durch eine Stearinkerze in 9 Fuss Entfernung; Aubert***) bestimmte dieselbe im lichtlosen Raume als gleich der Helligkeit, welche ein weisses Papier hat, wenn es von der Hälfte der Lichtstärke der Venus zur Zeit ihres höchsten Glanzes beleuchtet wird.

Um sich nun von der Richtigkeit meiner Erklärung der in Rede stehenden Erscheinung zu überzeugen, wählt man am besten eine nicht sehr helle Beleuchtung — also entweder eine künstlich herabgesetzte oder einfach die Dämmerung, — da, wie bekannt, bei geringerer Helle das Eigenlicht besser sichtbar ist. Wir brauchen uns

*) Ueber eine eigenthümliche Erscheinungsform des Eigenlichtes der Netzhaut, nebst Bemerkung über die Gleichgewichtslage der Bulbi im wachen Zustande; im Archiv f. Augenheilk. Bd. XIII, pag. 77.

**) cfr. Helmholtz, Physiolog. Optik. pag. 818.

***) In Graefe-Saemisch, Handb. Bd. II. pag. 486.

auch gar keiner speciell ad hoc hergerichteten Apparate zu bedienen, sondern können jeden beliebigen Gegenstand mit scharfem Contour benützen.

Betrachten wir also bei genügend verminderter Beleuchtung z. B. an irgend einem im Zimmer befindlichen Möbelstücke eine Kante, in welcher verschieden helle Flächen zusammenstossen, aus einer Entfernung von beiläufig 2 bis 3 Meter, so werden wir zunächst sehr schön bemerken, wie diese Kante fortwährend in der besprochenen Weise ihr Aussehen ändert, und zwar ist das Entstehen aller dieser Verwandlungen auf das deutlichste zu verfolgen. Ausserdem aber, wenn wir nun recht genau zusehen, gewahren wir zu gleicher Zeit im ganzen übrigen Gesichtsfelde sowohl, als auch speciell in der ganzen Ausdehnung der Kante, welche die Grenze zwischen der dunkleren und helleren Fläche bildet, die beschriebenen fortwährenden örtlichen Intensitätsschwankungen des Eigenlichtes, und es gehört keine grosse Uebung in der Beobachtung dazu, um sich zur Genüge davon zu überzeugen, dass diese Kante in allen ihren Theilen auch genau entsprechend diesen Schwankungen des Eigenlichtes continuirlich in der bekannten Weise eine Veränderung ihres Aussehens erfährt.

Ich möchte hier nochmals darauf aufmerksam machen, dass je länger man die Betrachtung fortsetzt und je mehr man seine Aufmerksamkeit auf dieselbe richtet, die Erscheinung in ihrem ganzen Zusammenhange desto klarer und deutlicher sich präsentirt. *)

*) Wird der Versuch in einem nur von dem ganz matten Scheine einer Lampe möglichst wenig erhellten Zimmer vorgenommen, und als Versuchsobject ein 1 bis 2 Cm. breiter weisser Streifen auf dunklem Grunde (oder umgekehrt) in beiläufig 2 oder 3 Meter betrachtet, so sieht man zuerst sehr schön, wie nur die Ränder des Streifens (also die Grenzen zwischen Hell und Dunkel) diese Veränderung zeigen, bei längerem Hinblicken aber wird das

Genau dasselbe sieht man natürlich auch an jedem anderen Contour, an jedem scharfen Rande, jedem Stabe, event. einem aus solchen bestehenden Gitter, an jedem Striche resp. einer aus solchen zusammengesetzten Zeichnung.

Dass wir in einer gewissen Entfernung die Erscheinung besser wahrnehmen, als in unmittelbarer Nähe, hat darin seinen Grund, dass uns eben jede subjective Gesichtserscheinung bei Fixation auf eine weitere Distanz in allen ihren Einzelheiten grösser und daher auch deutlicher erscheint.

Wenn wir den Versuch mit parallelen Liniengruppen anstellen, so werden wir natürlich für den Fall, dass dieselben sehr fein gewählt werden, dieselben näher halten müssen als stärkere, da unsere Sehschärfe uns nicht gestattet, in grösserer Entfernung die Linien als einzelne zu differenziren, wir also dann auch ihre einzelnen Contouren nicht mehr unterscheiden. Da wir dann die Beobachtung aus viel grösserer Nähe machen müssen, präsentiren sich aus dem eben angeführten Grunde die Détails der Erscheinung natürlich auch in viel kleinerem Maassstabe, und vor allen Dingen ist es der fortwährende Wechsel im Aussehen der Contouren, welcher dann selbst bei grösster Aufmerksamkeit, wenn überhaupt noch mit Sicherheit, so doch nur ausserordentlich schwierig zu erkennen ist. —

Nach allen diesen Auseinandersetzungen drängt sich unwillkürlich die Frage auf: Sind nicht vielleicht alle diese Erscheinungen, wenigstens im Grunde genommen, identisch? und sollte sich nicht für dieselben, wenn auch vielleicht mit Modificationen, dieselbe Erklärung geben lassen?

München, Februar 1884.

Eigenlicht im ganzen Gesichtsfelde so ausserordentlich stark sichtbar, dass es das Bild des Streifens vollkommen „überwuchert", und dieser daher ganz verschwindet.

Untersuchungen über den Lichtsinn und den Raumsinn bei verschiedenen Augenkrankheiten.

Von

Dr. med. Jannik Bjerrum
in Kopenhagen.

Nachdem vor einigen Jahren mein Interesse für die Verhältnisse des Lichtsinnes angeregt worden war, hauptsächlich durch die Erwägungen, welche durch einen Fall veranlasst wurden, der an Dr. Edm. Hansen's Augenklinik von Dr. V. Krenchel beobachtet und in Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1880 veröffentlicht wurde, beschloss ich in einer Reihe pathologischer Fälle eine methodische, einigermassen allseitige Untersuchung des Lichtsinnes anzustellen.

Alle meine Untersuchungen haben an Dr. Edm. Hansen's Augenklinik stattgefunden.

Zu diesen Untersuchungen wandte ich ausser der gewöhnlichen Masson'schen Scheibe eine Methode an, die mir einige Vortheile in praktischer Hinsicht darzubieten schien, nämlich die Bestimmung des Variirens der Sehschärfe mit der Helligkeit.

Es wurde mir hierbei sofort klar, dass es nur die eine Seite der Frage ist, wenn man bestimmt, wie die Seh-

schärfe für schwarze Buchstaben auf weissem Grunde mit der Beleuchtung variirt; die andere Seite ist das Variiren der Sehschärfe bei unveränderter Beleuchtung, wenn der Helligkeitsunterschied zwischen den Buchstaben und ihrer Umgebung (dem weissen Grunde) variirt. Hiernach construirte ich meinen Untersuchungsapparat.

Bevor ich indessen die genauere Darstellung meines Untersuchungsapparates gebe, schicke ich einige Bemerkungen allgemeiner Natur über den Lichtsinn und seine Untersuchung voraus.

Lichtsinn ist das Vermögen, Unterschiede der Helligkeit zu unterscheiden.

Der Lichtsinn wird gemessen theils durch die Bestimmung der Reizschwelle (der kleinsten überhaupt wahrnehmbaren Lichtquantität), — theils durch Bestimmung der Unterschiedsschwelle (des kleinsten wahrnehmbaren Unterschiedes zwischen zwei objectiven Helligkeiten). Die Reizschwelle ist aber eigentlich auch eine Unterschiedsschwelle: die Reizschwelle ist ein Ausdruck der Verschiedenheit zwischen der Empfindung ohne objectiven Lichtreiz (Eigenlicht der Netzhaut) und der Empfindung bei einem eben wahrnehmbaren Lichtreiz.

Durch physiologische Versuche ist bekanntlich dargethan, dass der kleinste eben wahrnehmbare Helligkeitsunterschied von der Grösse des Netzhautbildes (Sehwinkel) und von der absoluten Grösse der angewandten Helligkeiten abhängt. Der Helligkeitsunterschied wird ausgedrückt als ein Bruchtheil einer der angewandten Helligkeiten.

Die Lichtsinnmessung wird in den ophthalmologischen Handbüchern ziemlich stiefmütterlich behandelt. Im Handbuch d. ges. Augenheilk. v. Gräfe und Sämisch werden neben einander als Mittel, den Lichtsinn zu messen, das Photometer von Förster und die Scheibe von Masson

genannt. Mauthner*) erwähnt wesentlich nur das Photometer von Förster, gar nicht die Masson'sche Scheibe oder überhaupt irgend eine Methode zur Bestimmung der Unterschiedsschwelle.

Beinahe der Einzige, welcher Resultate der Lichtsinnmessung in verschiedenen pathologischen Fällen veröffentlicht hat, ist Förster (Ueber Hemeralopie u. d. Anwend. eines Photometers im Geb. der Ophthalmol., Breslau 1857. — Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1871, Sitzungsbericht.). Meines Wissens liegen von verschiedener Seite nur einzelne kurzgefasste Bestätigungen des Förster'schen Befundes vor, dagegen keine detaillirten Veröffentlichungen selbstständiger Resultate. Nur der genannte, von Krenchel veröffentlichte Fall hatte ein besonderes Interesse; er zeigte nämlich eine im Verhältniss zum Grade der Hemeralopie ungewöhnliche Vergrösserung des Fechner'schen Bruches.

Für Förster scheint „Hemeralopie" und „Schwächung des Lichtsinnes" ganz synonym zu sein**). Die Aeusserungen Förster's zeigen, wie die v. Hippel's (Klin. Monatsbl. f. Aug. 1871, Sitzungsber.), dass man überhaupt den Lichtsinn für definitiv bestimmt hielt, wenn die Prüfung mit dem Photometer vorgenommen war.

Im Handbuche von Gräfe und Sämisch werden das Photometer und die Masson'sche Scheibe neben einander genannt, als wären sie im Wesentlichen äquivalent. Dieses scheint in pathologischen Arbeiten meist stillschweigend vorausgesetzt zu sein; oft sieht man Bemerkungen wie folgende: „Die Untersuchung mit der Masson'schen Scheibe zeigte etc., also war der Lichtsinn normal", — oder:

---

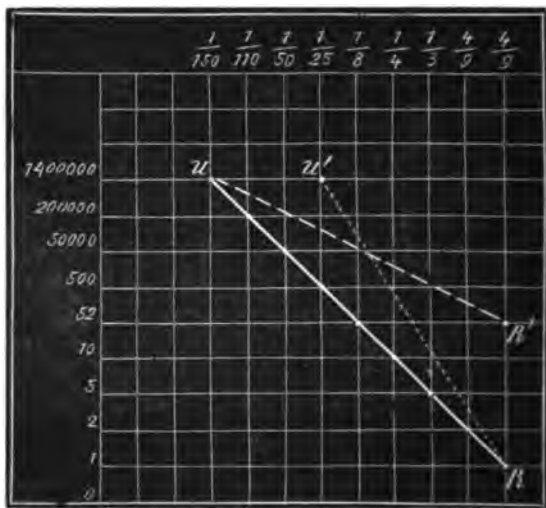
*) Vorträge aus d. Gesammtgebiete d. Augenheilk. Heft 3.

**) Siehe z. B. pag. 47—48 in „Ueber Hemeralopie etc. Breslau 1857", — und in „Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1871, Sitzungsbericht." —

„Die Untersuchung mit Förster's Photometer zeigte etc., also war der L. normal".

Betrachtet man aber die Sache a priori, so kann man sich doch sehr gut folgende Alternative vorstellen: Man kann sich die Reizschwelle des Lichtsinnes vergrössert denken, ohne dass die Unterschiedsempfindlichkeit für einigermassen bedeutende Helligkeiten verändert ist, — und man kann sich diese letztere verkleinert denken ohne Veränderung der Reizschwelle. Natürlich kann man sich auch sehr wohl Combinationen beider Möglichkeiten denken.

Durch ein Schema über den Lichtsinn bei verschiedenen absoluten Helligkeiten kann dieses erläutert werden:



Das vereinfachte Schema ist nach der Tabelle in Aubert's Physiologie der Netzhaut pag. 62*) gezeichnet. Die in vertikaler Reihe angeführten Zahlen geben die bei

*) Es finden sich bei Aubert im Schlusse dieser und der kurz vorangehenden Tabellen ein Paar Lapsus calami.

Aubert's Versuchen angewandten absoluten Helligkeiten an; als Einheit ist die Beleuchtung, bei welcher ein Schatten auf einer weissen Fläche eben wahrgenommen werden konnte, also die Reizschwelle, gesetzt. Die höchste der angewandten Helligkeiten ist ungefähr der Helligkeit eines weissen Papiers bei ziemlich schwacher Tagesbeleuchtung im Hintergrunde einer Stube gleich, — ungefähr der Helligkeit eines weissen Papiers, von einer Stearinkerze in einer Entfernung von 20 Centimetern beleuchtet, gleich. Um die Sache nicht zu compliciren, wird von den Verhältnissen bei grösseren Helligkeiten, bei welchen wieder eine Abnahme der Feinheit des Lichtsinnes eintritt, abgesehen. — Die horizontale Zahlenreihe giebt die bei Aubert's Versuchen gefundenen kleinsten wahrnehmbaren Helligkeitsunterschiede an.

Der Helligkeitsunterschied, welcher dem Punkte der Reizschwelle entsprechend gesetzt werden muss, bleibt beim Versuche unbestimmt; die Helligkeit des Schattens ist ja nur subjectiv (Eigenlicht der Netzhaut). Es ist darum hier nur $> {}^4/_9$ gesetzt; $^4/_9$ ist nämlich die Grösse des unmittelbar vorangehenden, bei minimalen Helligkeiten gefundenen Helligkeitsunterschiedes.

Die Linie UR stellt den normalen Lichtsinn dar. Natürlich soll sie nicht eben durch ihre Form das Verhältniss des Lichtsinnes bei verschiedenen absoluten Helligkeiten darstellen. Das ganze Schema müsste ja in solchem Falle eine ganz andere Anordnung haben.

Durch das Photometer von Förster sucht man die Lage des Punktes R zu bestimmen. Durch die weisse Masson'sche Scheibe, bei gewöhnlichem Tageslicht angewandt, sucht man die Lage des Punktes U. — Es ist nun sehr denkbar, dass U seine Lage ändern kann, z. B. bis zu U^1, ohne dass R seine Lage ändert. In solchem Falle wird aber das Photometer von Förster nichts abnormes nachweisen, und doch ist der Lichtsinn wahrlich nicht

normal. Im umgekehrten Falle, wenn die Lage von R, z. B. bis zu R[1], sich ändert, wird die Masson'sche Scheibe bei gewöhnlichem Tageslicht nichts abnormes nachweisen, wohl aber wird sich letzteres bei der Photometerprüfung zeigen.

Natürlich ist es auch sehr denkbar, dass sowohl R als U ihre Lage in merkbarer Weise ändern.

Ob die Linie, welche im gegebenen Falle die Punkte R und U[1] oder R[1] und U verbinden, wie am Schema gezeichnet, sich sofort von der Normallinie entfernt, kann man natürlich nicht wissen. Sie könnte ja möglicherweise im Anfange mit der Normallinie congruiren und erst später von dieser sich entfernen. Um die Sache nicht zu sehr zu compliciren, werde ich die hier vorhandenen theoretischen Möglichkeiten nicht besprechen. Das Gesagte enthält auch wohl im Wesentlichen die Gesichtspunkte, welche factisch von Bedeutung sind.

Hieraus folgt:

1. Es genügt a priori nicht, den Lichtsinn nach einem Principe wie dem des Förster'schen Photometers zu untersuchen, und 2. es genügt auch nicht, den Lichtsinn bei gewöhnlichem Tageslicht durch die Masson'sche Scheibe zu untersuchen.

Meine Untersuchungen von pathologischen Fällen zeigen nun a posteriori dasselbe. Sie zeigen, dass der Lichtsinn nach jeder der genannten Richtungen allein oder beinahe allein afficirt werden kann, — dass also nothwendiger Weise nach beiden Richtungen untersucht werden muss.

Ich gehe jetzt zu der kurzgefassten*) Beschreibung meines Untersuchungsapparates über. Der Apparat war folgender:

*) Das Genauere findet sich in meiner Abhandlung: „Undersögelser over formsans og lyssans i forskjellige öjen-

Ausser einer gewöhnlichen Snellen'schen Tafel zur Bestimmung der Sehschärfe 4 andere ganz ähnliche Tafeln, welche dieselben Nummern von Buchstaben trugen, aber statt schwarzer Buchstaben graue von verschiedener Nuance. Jede Tafel für sich hatte alle ihre Buchstaben von derselben grauen Nuance. Die Helligkeit der schwarzen Buchstaben an Tafel No. I im Verhältniss zur Helligkeit des weissen Grundes kann in diesem Zusammenhange ohne irgend welchen wesentlichen Fehler gleich 0 gesetzt werden; — die Helligkeit der Buchstaben an Tafel II. war, die Helligkeit des weissen Grundes = 1 gesetzt, ungefähr 0,6, (genauer 0,58); — die Helligkeit der Buchstaben an Tafel III. im Verhältniss zu der des weissen Grundes = 0,7 (genauer 0,71); — an Tafel IV. = 0,8 (gen. 0,79); — an Tafel V. = 0,9 (gen. 0,91). Die Helligkeitsunterschiede zwischen Buchstaben und Grund waren also für die 5 Tafeln beziehungsweise ungefähr: 1, $^4/_{10}$, $^3/_{10}$, $^2/_{10}$, $^1/_{10}$.

Für jede dieser Tafeln untersuchte ich die Sehschärfe der Patienten, erstens bei Tageslicht, zweitens bei herabgesetzter Beleuchtung von verschiedenem Grade.*) Die geringste, hierbei angewandte Beleuchtung war eine solche, bei welcher ich für gewöhnliche Snellensche schwarze Buchstaben (Tafel I.) eine Sehschärfe $^1/_9$ bis $^1/_{18}$, selten $^1/_{36}$ hatte; meine S bei guter Tagesbeleuchtung ist $< ^5/_5$. Im Ganzen wurde bei den geringen Beleuchtungsgraden, wo das Fenster durch Gardinen etc. ganz verdeckt war, meine Sehschärfe als Maass für die Beleuchtung genommen. Bei den höheren Beleuchtungsgraden dagegen wurde die Beleuchtung an der Stelle der

sygdomme. Kjöbenhavn 1882." Hier findet man auch alle zu dieser Untersuchung gehörigen Tabellen und Krankengeschichten.

*) Ich weise hier auf die am Schlusse dieser Abhandlung befindlichen Tabellen hin. Man wird nun diese leicht verstehen.

[illegible]

Die Bestimmung des Helligkeitsunterschiedes zwischen den [illegible] Buchstaben und dem weissen Grund wurde durch [illegible] Bestimmung der Beleuchtungen, bei welchen die zwei Papiersorten zu gleicher Zeit mit derselben scheinbaren Helligkeit erschienen, gemacht. Auf diese Weise hat schon z. B. Aubert die Helligkeit eines schwarzen Papieres im Verhältniss zu der von weissem bestimmt. Diese Bestimmung lässt sich bei sorgfältiger Untersuchung mit recht grosser Genauigkeit machen.

Das nächste Ziel meiner Untersuchungen ist denn also Folgendes: Bei verschiedener Beleuchtung und verschiedenem Helligkeitsunterschiede die Sehschärfe für Buchstaben zu messen. Diese Messung scheint mir einen recht praktischen Charakter zu haben.

Es ist einleuchtend, dass es von grosser praktischer Bedeutung ist, ob man bei einer gewissen Beleuchtung oder einem gewissen Helligkeitsunterschiede S $^{20}/_{60}$ oder $^{5}/_{60}$ oder $^{1}/_{60}$ oder $\frac{1}{\infty}$ hat. Es ist ferner klar, dass die ganze Untersuchung von wesentlich demselben Charakter wie die gewöhnliche Sehschärfenprüfung ist, im Wesentlichen mit derselben Genauigkeit muss gemacht werden können, und diese Prüfung ist ja eine sehr praktische Untersuchungsmethode.

Wollte man mich fragen, warum ich gerade die angewandten Helligkeitsunterschiede und nicht andere gewählt habe, so kann ich nur antworten, dass ich unter den zu meiner Disposition stehenden grauen Papiersorten die passendsten aussuchte. Da etwas Neues versucht werden sollte, so schien es mir, dass das Ergebniss in jedem Falle von einigem Interesse sein würde, wenn sich vielleicht auch zeigen sollte, dass die Objecte in der genannten Beziehung nicht besonders glücklich gewählt waren. Ich musste hier ganz versuchsweise verfahren, um mich später vielleicht von den erreichten Resultaten leiten zu lassen.

Allgemeine Würdigung des Werthes meiner Raumsinnbestimmungen rücksichtlich der Beurtheilung des Lichtsinnes bei den Untersuchten.

Es kann wohl kaum bezweifelt werden, dass es ein Leiden des Lichtsinnes anzeigt, wenn die Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung in unverhältnissmässigem Grade abnimmt. Welcher Grad ist aber ein unverhältnissmässiger? Mauthner*) sagt ganz kurz und ohne Motivirung, dass L (Lichtsinn) normal ist, wenn die Sehschärfe bei

*) Vorträge aus dem Gesammtgebiete der Augenheilkunde. Heft III, pag. 153.

einem Individuum mit herabgesetzter S*) proportional zu der eines Normalen abnimmt, — und dass L herabgesetzt ist, wenn die Abnahme der S eines Patienten disproportional zu der Abnahme der S eines Normalen ist. Dieser Satz des scharfsinnigen Wiener Ophthalmologen ist gewiss nicht ganz wohlbedacht. Ich weiss nicht, warum Mauthner ihn für richtig hält; a priori giebt es dafür keinen Grund, und meine Untersuchungen stellen ihn mit Sicherheit als unrichtig heraus. Die Richtigkeit eines solchen Satzes kann natürlich nur empirisch entschieden werden.

Welcher Grad ist denn ein unverhältnissmässiger?

Wenn zwei Individuen dieselbe und normale S bei derselben Tagesbeleuchtung haben, dann ist die Sache hinlänglich klar. Nimmt die S des Einen bei abnehmender Beleuchtung bedeutend stärker als die des Anderen ab, dann muss angenommen werden, dass Jener einen geringeren Lichtsinn als Dieser hat. Bei Normalen findet sich eine grosse Regelmässigkeit in der Abnahme der Sehschärfe; dies ergiebt sich sowohl aus den Untersuchungen von Normalen, welche ich selbst, als aus denen, welche Andere gemacht haben. Physiologische Variationen haben daher keine wesentliche Bedeutung. Selbstverständlich darf auf kleine Unterschiede kein Gewicht gelegt werden: die Sehschärfebestimmung ist ja — wie jedem Praktiker bekannt — keine so exacte, dass kleine Verschiedenheiten hier irgend eine Bedeutung haben.

Bei herabgesetzter Sehschärfe würde die Sache ebenso einfach liegen, wenn man wüsste, wie die Sehschärfe bei sinkender Beleuchtung bei Individuen sich verhält, welche normalen Lichtsinn und bei Tageslicht verschiedene Grade von Herabsetzung der S haben. Jedes Individuum mit

---

*) Wenn nichts Anderes gesagt wird, verstehe ich natürlich hierunter die Sehschärfe für schwarze Buchstaben bei allgemeiner Tageshelle.

herabgesetztem Raumsinne (S) könnte dann mit dem unter jenen Individuen, welches denselben Raumsinn bei Tageslicht hätte, verglichen werden. Eine Abnahme des Raumsinnes bei sinkender Beleuchtung, welche stärker bei jenem als bei diesem war, würde dann eine Herabsetzung des Lichtsinnes nachweisen. — Es liegen aber keine Untersuchungen vor, aus welchen eine solche Kenntniss sich ergiebt.

Ich habe nun auf folgende Weise den Lichtsinn der verschiedenen Amblyopien durch die Untersuchung ihrer S bei herabgesetzter Beleuchtung zu beurtheilen gesucht:

Ich habe eine Reihe von Individuen mit in verschiedenem Grade herabgesetzter S untersucht. Von diesen Individuen habe ich dann immer diejenigen unter einander verglichen, welche dieselbe S bei derselben allgemeinen Tagesbeleuchtung hatten. Wenn ich hierdurch finde, dass die S bei einigen Amblyopen bedeutend stärker als bei anderen, deren Amblyopie desselben Grades ist, abnimmt, so dürfte der Schluss gerechtfertigt sein, dass die ersten einen herabgesetzten Lichtsinn haben, denn man wird doch kaum annehmen, dass die anderen einen vergrösserten Lichtsinn haben (z. B. bei atrophia n. opt., amblyop. congen.).

Die Amblyopien, bei welchen ich auf diese Weise den Lichtsinn (im Vergleich mit anderen Amblyopien) herabgesetzt gefunden habe, rühren vorzugsweise von chorioido-retinitischen Processen her, z. B. retinitis pigmentosa, chorioidoretin. syphil., chorioid. dissemin. Dieses Resultat stimmt also mit dem von Förster durch das Photometer gefundenen überein. Ich habe zwar nicht eine Zahl als directen Ausdruck für den Lichtsinn gesucht wie er; meine Bestimmung ist eine Sehschärfebestimmung und giebt als solche keine Zahl als unmittelbares Maass für den Lichtsinn. Es findet sich aber eine Gleichheit zwischen der Untersuchung von Förster und der meinigen; auch

Förster verlangt nämlich das Erkennen eines Distinctionswinkels, er sucht die geringste Beleuchtung, wobei Objecte, zu deren Distinction S $^1/_{180}$ nöthig ist, eben unterschieden werden. Bei der geringsten Beleuchtung, welche ich anwenden konnte, hatte ein Normaler in der Regel S $^1/_{18}$ oder $^1/_{12}$, selten nur $^1/_{36}$. Förster wendet somit eine recht bedeutend niedrigere Beleuchtung an als ich.

Wenn ich also meine Amblyopien dem Grade ihrer S nach in Klassen theile dergestalt, dass in jeder Klasse für sich die S bei allgemeiner Tagesbeleuchtung dieselbe ist (Variationen der allgemeinen Tagesbeleuchtung, welche nicht bedeutend sind, haben erfahrungsmässig auf die S keinen oder unbedeutenden Einfluss), dann kann ich voraussetzen: dass diejenigen Individuen jeder Klasse, bei welchen S bei geringer Beleuchtung bedeutend mehr als bei den andern derselben Klasse herabgesetzt ist, herabgesetzten Lichtsinn haben. In Betreff dieser Anderen, welche in jeder Klasse die beste S bei geringer Beleuchtung haben, ist es natürlich sehr wohl möglich, dass mehrere derselben bei weiterer Schwächung der Beleuchtung, z. B. bei Anwendung des Photometers von Förster, den Lichtsinn auch herabgesetzt zeigen mögen. Ich werde aber zu diesen Fällen später zurückkommen. Bei jenen eben erwähnten Fällen, wo die Sehschärfe in unverhältnissmässigem Grade mit der Beleuchtung abnahm, würde bei Anwendung des Photometers von Förster eine stärkere Beleuchtung als bei den übrigen unzweifelhaft nothwendig gewesen sein, um eine gewisse minimale S ($^1/_{180}$) zu erreichen. Da man aber mit Recht annehmen kann, dass die Reizschwelle in Fällen, wo das Photometer von Förster positives Resultat giebt, vergrössert ist, so muss auch bei diesen Individuen die Reizschwelle vergrössert sein. Wenn zwei Individuen wie No. 39 und No. 16 (siehe unten unter den Tabellen) bei allgemeiner Tagesbeleuchtung S $^5/_{18}$ haben, und wenn das eine bei einer geringen

Beleuchtung, bei welcher ich $S > {}^{1}/_{18}$ habe, $S\ {}^{1}/_{18}$ hat, während das andere bei einer Beleuchtung, bei welcher ich $S < {}^{5}/_{18}$ habe, sogar nur $S < {}^{1}/_{60}$ hat, — dann ist anzunehmen, dass das letzte bei weiter abnehmender Beleuchtung den Punkt, wo überhaupt nichts gesehen wird (Reizschwelle), vor dem ersten erreichen wird. In einzelnen meiner Fälle zeigte sich diese Erscheinung schon bei der Schwächung der Beleuchtung, welche ich herzustellen vermag; hier liegt es also auf der Hand, dass die Reizschwelle sehr bedeutend erhöht ist.

Dass die Amblyopien, welche ich bei einer in gewissem — nicht extremen — Grade geschwächten Beleuchtung untersucht habe, einen sehr verschiedenen Raumsinn bei dieser Beleuchtung gezeigt haben, wenn sie auch bei allgemeiner Tagesbeleuchtung ganz gleichen Raumsinn hatten, ist gewiss nichts anders, als man erwarten musste; Hemeralopie ist ja ein wohlbekanntes Symptom. Es liegt aber — so viel ich weiss — in der Litteratur keine detaillirte Untersuchung der Abnahme der Sehschärfe mit der Beleuchtung bei den verschiedenen Amblyopien vor, abgesehen von einem oder zwei Fällen von Chorioiditis*) und abgesehen von den Förster'schen Bestimmungen der schwächsten Beleuchtung, bei welcher einige grosse Objecte eben unterschieden werden.

Zu den Individuen, welche in jeder Klasse die beste S bei herabgesetzter Beleuchtung hatten, gehören u. A. diejenigen, bei welchen die Amblyopie künstlich hervorgebracht war, sei es durch optische Mittel — Convexgläser — sei es durch nicht corrigirte myopische Refraction. Bei solchen Individuen ist also die Erregbarkeit und Function der Nervenelemente im Ganzen normal; durch die Zerstreuungskreise ist aber der Raumsinn herabgesetzt.

---

*) Carp, Ueber die Abnahme der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung. Marburg, 1876.

Ich finde nun — was man übrigens a priori schliessen konnte, weil gleich grosse Zerstreuungskreise die Einzelnheiten eines Bildes um so weniger auslöschen, je grösser das Bild, ceteris paribus, ist *), — ich finde also, dass die Sehschärfe dieser „optischen Amblyopien" und die normaler Individuen um so weniger verschieden sind, je schwächer die Beleuchtung ist. Bei der Herabsetzung der Beleuchtung, welche ich hervorzubringen vermochte, konnte ein Punkt erreicht werden, wo entweder kein wesentlicher oder nur ein geringer Unterschied zwischen ihrer S und der meinigen sich fand, während doch ihre S bei allgemeiner Tagesbeleuchtung einige oder viele Male kleiner als die meinige war. Es kann wohl kaum bezweifelt werden, dass von diesem Punkte aus ihre S und die des Normalen bei weiter abnehmender Beleuchtung im Wesentlichen gleich bleiben. Da Lichtsinnproben bei solchen Individuen eine Herabsetzung des Lichtsinnes selbstverständlich nur zeigen können, insofern der Raumsinn das Resultat der Prüfung beeinflusst hat, so muss eine Lichtsinnprüfung bei einer Beleuchtung, bei welcher der Raumsinn factisch keine Herabsetzung im Vergleich mit dem des Normalen zeigt, offenbar dasselbe Resultat wie bei dem Normalen ergeben. Solche Individuen werden sich daher bei der Photometerprüfung gewiss wie Normale verhalten.

---

*) Die Grösse der Zerstreuungskreise bleibt nun freilich bei verschiedener Beleuchtung nicht constant; sie wird — ceteris paribus — bei herabgesetzter Beleuchtung grösser in genauem Verhältniss zu der bei abnehmender Beleuchtung zunehmenden Grösse der Pupille. Der Durchmesser meiner Pupille, wenn ich am Fenster stehend das Gesicht gegen die Sehschärfetafel im Hintergrunde des Zimmers wende, ist ungefähr 5 Mm. (Charrière No. 15 bis 16); wird das Auge durch eine Hand genau verdeckt, so ist der Durchmesser der Pupille höchstens 7 Mm. (Charrière No. 20 bis 21). — Dieses Verhältniss der Zerstreuungskreise wird an und für sich die S bei geringer Beleuchtung im Vergleich mit der S bei besserer Beleuchtung vermindern (siehe unten).

Es giebt nun einen, a priori sehr berechtigten, Einwand gegen die Anwendung, welche man vom Förster-schen Photometer gemacht hat, der Einwand nämlich, dass man ohne weiteres Individuen mit sehr verschiedenem Raumsinn verglichen hat: Ein Individuum mit S $^1/_4$ zeigt bei der Photometerprüfung eine herabgesetzte Fähigkeit im Vergleich mit den Individuen, deren S = 1 oder > 1 ist. Bedeutet diese herabgesetzte Fähigkeit eine Herabsetzung seines Lichstinnes? Oder hat sie vielleicht ihre Ursache allein in der geringeren Sehschärfe? Und wenn ein Individuum mit S $^1/_4$ oder einer noch geringeren S dieselbe Fähigkeit dem Photometer gegenüber wie ein Normaler zeigt, wie soll dies dann aufgefasst werden? — Es liesse sich im letzteren Falle selbst eine Vergrösserung des Lichtsinnes bei ihm denken; jedenfalls stellt Mauthner*) — der auf diese Schwierigkeiten aufmerksam gemacht, aber dieselben nicht zu beseitigen gesucht hat — dies als eine „nicht zu gewagte" Consequenz hin.

Wenn sich aber bei meinen Sehschärfebestimmungen zeigt, dass manche Amblyopien rücksichtlich des Raumsinnes bei herabgesetzter Beleuchtung ganz wie die genannten „optischen Amblyopien" sich verhalten, dass sie also bei der Herabsetzung der Beleuchtung, welche ich hervorbringen kann, denselben oder beinahe denselben Raumsinn wie ein Normaler erlangen, so scheint hieraus folgendes geschlossen werden zu können:

1. Insofern eine Lichtsinnprüfung wie die Förster'sche, die bei minimaler Beleuchtung gemacht wird, bei solchen Individuen ein positives Resultat ergiebt, eine verminderte Fähigkeit im Vergleich mit der des Normalen zeigt, — kann dies mit Recht als eine Herabsetzung des Lichtsinnes gedeutet werden; denn insofern ihr Raumsinn schon

*) Vorträge aus dem Gesammtgebiete der Augenheilkunde. Heft III, pag. 150 u. ff.

bei weniger herabgesetzter Beleuchtung beinahe eben so gut als der des Normalen ist, kann nicht angenommen werden, dass die Affection des Raumsinnes an und für sich ihre Leistung dem Photometer gegenüber vermindern wird.

2. Insofern die Lichtsinnmessung nach Förster ein negatives Resultat ergiebt, also dieselbe Fähigkeit bei ihnen wie bei Normalen zeigt, so liegt kein Grund vor, anzunehmen — was wohl übrigens auch a priori ganz unwahrscheinlich war —, dass ein erhöhter Lichtsinn bei ihnen sich finde, ebenso wenig wie eine solche Annahme bei den oben genannten „optischen Amblyopien" möglich ist.

Das genannte Verhalten der Amblyopien scheint im Ganzen zu zeigen, dass überhaupt eine Herabsetzung des Raumsinnes an und für sich desto weniger hervortritt, je geringer die Beleuchtung ist. Wenn man sich vorstellte, dass eine Herabsetzung des Raumsinnes auf einer Störung der Isolation der Nervenelemente und einem dadurch bedingten Auftreten von „nervösen Zerstreuungskreisen" — sit venia verbo — beruhte, so könnte man a priori sagen, dass ein solches Verhalten stattfinden musste, eben wie man dasselbe a priori behaupten konnte, wenn die Herabsetzung des Raumsinnes auf einer Störung der „optischen Isolation", auf dem Auftreten von optischen Zerstreuungskreisen beruhte.

Mauthner hat den erwähnten, a priori vollständig correcten Einwand gegen die Anwendung des Photometers bei directem Vergleich von Individuen mit verschiedener S hervorgehoben; trotzdem versuchte er eigentlich nicht, demselben ihre Bedeutung abzusprechen, sondern schloss mit der für den Leser fast überraschenden Bemerkung, dass das Photometer doch ein sehr brauchbares Instrument sei. Dem Vorstehenden nach kann man mit Recht behaupten, dass der erwähnte Einwand innerhalb ziemlich weiter Grenzen keine wesentliche Bedeutung erhält, und das

Photometer ist insofern um so viel mehr als sehr brauchbar anzusehen.

Zwischen der Lage der Reizschwelle bei normalen Individuen und bei „optischen“ Amblyopien, wo die Verringerung des Raumsinnes nicht bedeutender ist, als dass sie bei einer gewissen Beleuchtung denselben Raumsinn darbieten wie ein Normaler, und wo ja die Erregbarkeit der Nervenelemente die natürliche ist — darf man keinen Unterschied annehmen*); dagegen kann natürlich die Reizschwelle bei anderen Amblyopischen, welche innerhalb jeder Klasse die beste S erreichen, selbst wenn sie bei einer gewissen Beleuchtung dieselbe S wie das normale Auge erlangen, nach oben verschoben sein.**) Allein Eins darf — wie vorhin erwähnt — als unzweifelhaft angenommen werden, dass nämlich die Reizschwelle niedriger liegt, als bei Individuen, welche bei der nämlichen S bei Tageslicht eine bedeutend schwächere S bei verminderter Beleuchtung hatten. Es ist jedoch keineswegs unwahrscheinlich, anzunehmen, dass dieselbe in einigen der erwähnten Fälle dieselbe Lage haben kann, wie bei Normalen, besonders wenn man erwägt, dass Förster***) in

*) Doch muss vorausgesetzt werden, dass die Probe mit Anwendung eines nicht zu kleinen Sehwinkels gemacht wird. Bei Anwendung von punktförmigen Objecten — z. B. Sternen — gilt das Erwähnte vielleicht nicht; denn dann wird ein einzelnes Nervenelement in dem refractionell unrichtig eingestellten Auge von einer bedeutend geringeren Lichtmenge getroffen werden, als in dem richtig eingestellten, wo das Bild kein Zerstreuungskreis, sondern annäherungsweise ein Punkt ist. Werden grössere Sehwinkel angewendet, so wird dagegen das Bildgebiet in dem unrichtig eingestellten Auge bis auf die Randpartie fast ebenso stark beleuchtet wie in dem richtig eingestellten.

**) Beiläufig möchte ich doch bemerken, dass keine hemeralopischen Klagen Seitens Derjenigen laut wurden, die bei meiner Untersuchung keine Hemeralopie zeigten.

***) Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1871, Sitzungsbericht, cfr. No. 1, 5 und 7 der Tabelle (Neurit. optica, Atrophia n. opt., Amblyopia ex abusu spirit. et tabaci).

verschiedenen Fällen (und wie es scheint, auch Mauthner l. c. pag. 150) bei den gleichen Arten von Amblyopie, welche bei meinen Untersuchungen bei herabgesetzter Beleuchtung die besten Resultate gaben, mit Hilfe des Photometers, keinerlei Störung des Lichtsinnes gefunden haben.

An dieser Stelle möchte es zweckmässig sein, ein Paar Methoden, den Lichtsinn durch den Einfluss der Beleuchtung auf die S zu messen, nämlich die Methoden von Weber und von v. Hippel, zu erwähnen:

A. Weber*) wendet als Lichtquelle ein im Fensterladen ausgeschnittenes Quadrat an. Um die Beleuchtung zu schwächen, werden lichtabsorbirende Gläser benutzt, deren Absorptionsfähigkeit bestimmt ist. Die leuchtende Fläche ist 1 Qu.-Fuss gross; die Objecte sind gewöhnliche Snellen'sche Buchstaben. Was er hierdurch zu finden beabsichtigt, ist nicht die Abnahme der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung, — er will vielmehr die geringste Beleuchtung finden, die erforderlich ist, damit das betreffende Individuum die zuvor bei Tageslicht bestimmte volle S erreicht. Dadurch glaubt er die von ihm beabsichtigte Messung des Lichtsinnes auszuführen. Die geringste Beleuchtung, welche ein normales Individuum zu dem erwähnten Zwecke nöthig hat, wird = 1 gesetzt. Dasselbe bezweckt v. Hippel**) durch einen in anderer Weise construirten Apparat.

Beide Verfahren haben pathologische Zwecke vor Augen. Das Wesentliche in v. Hippel's Apparat ist Folgendes: In einer dünnen undurchsichtigen Platte sind Ausschnitte in der Form von Snellen'schen Buchstaben gemacht. Diese werden mit Milchglasplatten bedeckt, welche bei durchfallendem Lichte leuchten. Wenn der Apparat in einem dunkeln Zimmer angebracht wird, sieht man alsdann die leuchtenden Buchstaben auf vollständig dunklem Grunde. Durch Anwendung einer verschiedenen Anzahl von Milchglasplatten konnte man mehr oder weniger von dem durchfallenden Lichte absorbiren und die Buchstaben dadurch mehr oder minder

---

*) Klinische Monatsbl. f. Augenheilk. 1871. Sitzungsbericht.
**) Ebenfalls a. a. O.

leuchtend machen. v. Hippel benutzte im Ganzen 6 Milchglasplatten.

Die Untersuchung nimmt darauf folgenden Verlauf: Zuerst wird S in gewöhnlicher Weise bei Tageslicht geprüft. Darauf 10 Minuten Aufenthalt im dunklen Zimmer, um zu adaptiren. Hierauf werden ausgeschnittene Buchstaben mit denselben Nummern, wie die bei Tageslicht erkannten kleinsten Buchstaben, vor die 6 Milchglasplatten geschoben. Bei der Untersuchung von Normalen hatte er vorher gefunden, dass höchstens 6 Platten angewendet werden könnten, wenn S sich auf derselben Stufe wie bei Tageslicht halten sollte. Erkannte nun das betreffende Individuum nicht die erwähnte Buchstabennummer in derselben Entfernung wie bei Tageslicht, so wurden die Glasplatten nach einander entfernt, bis die Buchstaben lesbar wurden.

v. Hippel bemerkt (l. c.), dass er nicht so viele Untersuchungen angestellt habe, dass er sich ein bestimmtes Urtheil über das Verhältniss des Lichtsinnes bei verschiedenen Augenkrankheiten habe bilden können. Doch meint er beobachtet zu haben, dass bei Erkrankungen der Chorioidea, welche sich auf die hintersten Netzhautschichten ausdehnen, der Lichtsinn bedeutend reducirt ist. Er bemerkte: „Ich habe bei Atrophia nervi opt. in sehr vielen Fällen gar keinen Unterschied gefunden im Vergleich zu dem normalen Auge, dagegen fast constant bei Erkrankungen der Chorioidea."

Keiner dieser Verfasser hat indessen — so viel ich weiss — irgendwelche mit ihren Apparaten vorgenommene Untersuchungen veröffentlicht. Sie beschränken sich darauf, ganz im Allgemeinen Förster's in ganz anderer Weise gefundene Resultate zu bestätigen. Keiner von ihnen scheint sich übrigens klar gemacht zu haben, was sie mit Hülfe ihrer Untersuchungsmethode eigentlich fanden. Ihr Ziel ist bekanntlich die Bestimmung des Lichtsinnes. Sie suchen nicht einfach die Variationen der Sehschärfe bei verschiedener Helligkeit. Um den Lichtsinn zu messen, bestimmen sie also zuerst die S bei Tageslicht; darauf untersuchen sie mit ihren Apparaten die geringste Beleuchtung, welche erforderlich ist, damit der Betreffende

eben noch diese Sehschärfe erreicht. Der Grad dieser Beleuchtung ist ihnen dann ein Ausdruck für den Lichtsinn. Die geringste Beleuchtung, welcher ein normales Auge bedarf, setzt A. Weber = 1; wenn dann ein anderes Individuum, um dieselbe S zu erreichen, welche es bei Tageslicht hat, eine doppelt so grosse Beleuchtung brauchte, wie das vorige, so muss sein Lichtsinn = $^1/_2$ sein u. s. w. Der Lichtsinn der Individuen verhält sich umgekehrt wie die gefundenen Beleuchtungen.

Hierbei ist indessen Verschiedenes zu bemerken. Halten wir uns zuerst an die Weber'sche Methode. Sein Untersuchungsapparat ist in wesentlichen Beziehungen dem meinigen analog, indem ich die Untersuchung der S mit schwarzen Buchstaben bei abnehmender Beleuchtung vornehme, bei beiden Methoden also Buchstaben derselben Art zur Anwendung kommen, und er nur, anstatt wie ich, die Beleuchtung im ganzen Zimmer zu vermindern, lichtabsorbirende Gläser dicht vor dem Auge anbringt, was von derselben Wirkung ist, wie eine Verminderung der Beleuchtung. Wenn wir nun zuerst (I) voraussetzen, dass zwei Individuen, zwischen denen man einen Vergleich anstellt, dieselbe S bei Tageslicht haben, so muss man sich erinnern, dass (a), selbst wenn diese Beiden wirklich anfangen, ihre volle S bei derselben Abnahme der Beleuchtung zu verlieren, dies keineswegs a priori ein Beweis dafür ist, dass sie denselben Lichtsinn haben. Dass zwei Individuen denselben Lichtsinn haben, will sagen, dass dieselben das nämliche Minimum der Beleuchtung oder des Beleuchtungsunterschiedes (Helligkeit oder Helligkeitsunterschiedes) auf Flächen von derselben Grösse und Beschaffenheit wahrnehmen können. Allein dies ist ja etwas anderes. als was Weber zu finden sucht. Freilich halte ich es für entschieden berechtigt, anzunehmen, dass, wenn S bei einem Individuum mit abnehmender Helligkeit wesentlich stärker abnimmt, als bei einem andern, das erste Indivi-

duum dann verminderten Lichtsinn hat. Was könnte auch sonst die Ursache sein, dass der ursprünglich dem des Andern gleiche Raumsinn stärker abnimmt? Allein der entgegengesetzte Schluss, dass, wenn der Raumsinn bei einer gewissen, verhältnissmässig geringen Abnahme der Beleuchtung in gleichem Maasse abnimmt, oder, richtiger bemerkt, sich hierbei gleich lange auf demselben Punkte hält, beide Individuen dann denselben Lichtsinn haben sollen, ist, wie gesagt, a priori nicht berechtigt, und zeigt sich à posteriori noch weniger richtig. Ich habe nämlich Fälle, welche bei verminderter Beleuchtung ihre volle S nicht vor andern Individuen mit derselben S bei Tageslicht verlieren, und doch zeigen sie bei stärkerer Verminderung der Beleuchtung im Vergleich mit diesen eine ausgeprägte Hemeralopie. (Siehe No. 16, recht deutlich No. 13.) Ferner: (b) Erreicht Weber durch seine Untersuchung ein positives Resultat, findet er m. a. W. einen Fall, in dem ein Individuum seine volle S wesentlich früher als ein anderes mit derselben anfänglichen S verliert, so hat jener allerdings verminderten Lichtsinn; allein wir wissen vorläufig darüber nicht mehr, wir haben keinen unmittelbaren Zahlenausdruck für den Lichtsinn gefunden. Der Umstand, dass ein Individuum z. B. einer doppelt so starken Beleuchtung bedarf, um die nämliche S zu bewahren wie ein anderes Individuum, sagt in dieser Beziehung nichts Anderes, als was unmittelbar darin liegt. Ein wirklicher Zahlenausdruck für den Lichtsinn würde sich daraus nur indirect ergeben, nämlich wenn man im Voraus bei Individuen mit derselben S bei Tagesbeleuchtung, zugleich Untersuchungen mit wirklich directer Lichtmessung angestellt und vergleichsweise gefunden hätte, eine wie starke Verminderung des Lichtsinnes einer bestimmten Zunahme des zur Erhaltung der vollen S erforderlichen Helligkeit entspräche.

(II.) Aus der sehr kurzen Darstellung der Verfasser geht hervor, dass sie bei ihrer „Lichtsinnprobe" sich für berechtigt ansehen, Individuen, deren Sehschärfe bei allgemeiner Probe sich geringer als normal zeigt, ohne Weiteres mit Individuen zu vergleichen, welche eine normale S haben, — also im Ganzen Individuen zu vergleichen, die eine verschiedene S haben. Hierbei zeigt sich indessen die Schwierigkeit, dass die Retinabilder, welche bei beiden Individuen benutzt werden, dann eine — oft sehr — wesentlich verschiedene Grösse haben. Der hieraus folgende Einfluss auf die Bestimmnng des „Lichtsinnes" ist unberechenbar. Es ist hinlänglich bekannt, dass bei einem und demselben Individuum eine weit geringere Beleuchtung und ein weit geringerer Beleuchtungsunterschied nöthig ist, um eine Fläche sichtbar zu machen, je grösser der Sehwinkel für die angewandte Fläche ist. Es würde daher a priori keineswegs überraschend erscheinen, wenn ein Individuum z. B. mit S $^1/_4$ diese seine volle S behielte bei einer geringeren Beleuchtung, als ein normales Individuum, dessen S = 1.*)

Wenn Weber's Art, zu vergleichen, richtig wäre, dann müsste man ja in solchem Falle annehmen, dass Jener einen besseren Lichtsinn als Dieser, mithin einen erhöhten Lichtsinn hätte, was doch wohl nicht angeht. — Auch hier kann ich auf meine Beobachtungen verweisen. Es geht aus diesen hervor, dass Individuen mit verminderter Sehschärfe, wie verschiedene unter den Untersuchten mit S $^5/_{18}$, diese ihre S behalten können bei einer

*) Da die Retina als ein Mosaik percipirender Elemente, welche sich in theilweise isolirter Verbindung mit dem Centralorgan befinden, betrachtet werden kann, so liegt die Möglichkeit ziemlich nahe, dass der Distinctionswinkel vergrössert (die Sehschärfe vermindert) werden kann, z. B. durch eine Störung in dieser Isolirung, ohne dass der Lichtsinn — die Irritabilität der Nervenelemente — im entsprechenden Grade zu leiden braucht.

entschieden geringeren Beleuchtung als die, wobei Leute mit einer grösseren oder normalen S die ihrige behalten. Von diesen Individuen kann man, wie gesagt, doch kaum annehmen, dass sie besseren Lichtsinn haben als Normale. Ein Individuum, welches wegen uncorrigirter Refractionsanomalie verminderte S hat, zeigt sich, wie oben bemerkt, mit den erwähnten Amblyopien ganz übereinstimmend: Die Sehschärfe, welche es ohne Correction der Refractionsanomalie besitzt, behält es bei geringerer Beleuchtung als die Sehschärfe, welche es nach der Correction dieser hat. Hier ist der Lichtsinn gewiss doch der nämliche in beiden Fällen.

Es geht hieraus klar genug hervor, dass Weber's Methode sich zur Messung des Lichtsinnes nicht eignet. Es hat keinen Sinn, ohne Weiteres Leute mit verschiedener S in der angestrebten Weise zu vergleichen, und hält man sich an Leute mit der nämlichen S, so ist die Methode doch ganz unzureichend.

Diese meine Einwendungen gegen die Weber'sche Methode können vollständig auf die v. Hippel's übertragen werden. Inwieweit dieselbe innerhalb desselben Gebietes ebenso unzulänglich ist wie diese, kann ich nicht bestimmt behaupten, da dieselbe nicht in dem Grade vergleichbar ist mit meiner Untersuchung wie die Weber'sche Methode.

Gleichwie es keine Lichtsinnmessung im eigentlichen Sinne des Wortes ist, wenn man die Sehschärfe für schwarze Objecte bei geringen oder minimalen Beleuchtungen bestimmt, — so ist es auch keine Lichtsinnmessung im eigentlichen Sinne des Wortes, wenn man bei einer gewissen unveränderten Beleuchtung, z. B. bei Tagesbeleuchtung, die Sehschärfe für Objecte misst, deren Helligkeit von der des Grundes, worauf sie angebracht sind, wenig verschieden ist. Wenn ich wirklich die Unterschieds-

empfindlichkeit in einem gewissen Abschnitt der Retina messen will, so muss der Versuch so gemacht werden, — ebenso wie wenn die Reizschwelle bestimmt werden soll — dass der Beleuchtungsunterschied für einen Theil dieses Abschnittes und dessen Nachbarpartien kleiner und kleiner gemacht wird, bis ich die Grenze für die Wahrnehmung dieses Unterschiedes erreiche. Wollte ich einen Buchstaben als Object benutzen, um den Lichtsinn in der betreffenden Retinapartie direct zu messen, so müsste ich den Unterschied zwischen der Helligkeit des Buchstabens und der seiner Umgebung so lange vermindern, bis das untersuchte Individuum eben nur erkennen würde, dass ein Helligkeitsunterschied an der betreffenden Stelle vorhanden ist und nicht nur soweit bis es den Buchstaben eben lesen könnte. Diese beiden Momente fallen — wie früher erwähnt — nicht ganz zusammen. Noch weniger ist es eine eigentliche Messung des Lichtsinnes, wenn ich bei einem (oder einigen) constanten Helligkeitsunterschieden (und constanter Beleuchtung, das Minimum des Distinctionswinkels bestimme. Dies letzte habe ich hier gethan, indem ich bei einigen, nicht minimalen Helligkeitsunterschieden (mit grauen Buchstaben) die Sehschärfe bestimmte.

Gleichwie wir vorhin davon ausgingen, dass eine unverhältnissmässige Abnahme der Sehschärfe bei verminderter Beleuchtung ein Symptom eines Leidens des Lichtsinnes sein müsse, so müssen wir auch hier annehmen, dass, wenn bei ungefähr gleichbleibender Beleuchtung die Sehschärfe bei Abnahme des Unterschiedes zwischen Helligkeit des Objectes und seiner Umgebung in einem unverhältnissmässigen Grade sinkt, der Lichtsinn dann afficirt ist. „Unverhältnissmässig" wird hier, wie oben, zunächst im Verhältniss zu andern Individuen mit derselben S für schwarze Buchstaben bei Tagesbeleuchtung genommen.

Dies bestätigt sich, wenn man die Fälle betrachtet, welche ausserdem, dass sie auf S mit grauen Buchstaben untersucht sind, zugleich mit der Masson'schen Scheibe untersucht wurden.

Es kann also darüber keinerlei Zweifel aufkommen, dass eine Verminderung des Lichtsinnes, insofern hierbei eine Vergrösserung der Reizschwelle sich findet, sich durch eine abnorme Verminderung von S für schwarze Buchstaben bei hinlänglich schwacher Beleuchtung zeigen muss, — und dass diese, insofern eine Vergrösserung der Unterschiedsschwelle bei Tagesbeleuchtung sich findet, sich durch eine abnorme Abnahme der S für hinlänglich blasse Buchstaben bei derselben Beleuchtung zeigen muss. Wie sich indessen das quantitative Verhältniss hier stellt, eine wie starke Abnahme des Lichtsinnes einer gewissen abnormen Verminderung der S entspricht, weiss man durchaus nicht. Um hierüber Aufschlüsse zu erhalten, würden Untersuchungen derselben Natur wie meine Sehschärfebestimmungen, in Verbindung mit directen Messungen des Lichtsinnes (sowohl der Reizschwelle als der Unterschiedsschwelle) bei denselben Individuen in grosser Ausdehnung erforderlich sein. Nur durch auf diesem empirischen Wege gewonnene Daten würde die Sehschärfebestimmung bei schwacher Beleuchtung und schwachem Helligkeitsunterschiede zu einer quantitativen Lichtsinnprobe, zu einer wirklichen Lichtsinnmessung werden können. Könnte man indessen nur die Bestimmung des Minimums erreichen, zu dem die Sehschärfe bei einer Amblyopie beliebigen Grades, wie auch bei einem Individuum mit normaler S, bei einer gewissen Abnahme der Beleuchtung und bei einer gewissen Abnahme des Helligkeitsunterschiedes sinken kann, ohne dass eine wesentliche Affection des Lichtsinnes vorhanden ist, so würde eine Sehschärfeprobe — theils für schwarze Buchstaben bei dieser Beleuchtung, theils für Buchstaben mit diesem Hel-

ligkeitsunterschiede hinlänglich sein, um in jedem gegebenen Falle schnell und leicht, ohne Aufstellen eines besonderen Apparates, zu entscheiden, ob eine wesentliche Verminderung des Lichtsinnes vorhanden ist oder nicht. Ich glaube, dass sich dies praktisch erweisen würde. Eine Tafel mit grauen Buchstaben kann man immer an der Wand haben neben einer Tafel mit schwarzen Buchstaben. Ausserdem ist nur erforderlich, dass man die Beleuchtungsintensität bis zu einem gewissen Grade vermindern kann. Meine Untersuchungen können in Bezug auf eine Grenzbestimmung der erwähnten Natur trotz des ziemlich mangelhaften Apparates, womit dieselben angestellt sind, einzelne Aufklärungen geben. Ich hoffe recht bald Untersuchungen in der erwähnten Richtung mit besserem Apparate anstellen zu können, wie auch mit der Anwendung des Förster'schen Photometers, und ich hoffe dann fernere Aufklärungen über die Frage im Ganzen zu bringen.

Ueber die Untersuchung mit der Masson'schen Scheibe.

Nachdem ich mich über die Bedeutung ausgesprochen habe, welche meine verschiedenen Sehschärfebestimmungen für die Beurtheilung des Lichtsinnes der Untersuchten beanspruchen können, bleibt noch übrig die Beschreibung des Apparats, dessen ich mich bei der directen Messung des Lichtsinnes, d. h. der Unterschiedsempfindlichkeit bei guter Tagesbeleuchtung bediente. Dieser Apparat bestand aus einigen Masson'schen Scheiben:

1. Scheibe A. Eine weisse Scheibe von ungefähr 14 Cm. im Durchmesser mit einem schwarzen Sector von variabler Grösse. Dieser wurde hergestellt mit Hilfe einer schwarzen Scheibe, ca. 6 Cm. im Durchmesser, welche gleich wie die weisse längs einem Radius gespalten war, so dass sie, concentrisch angebracht, über einander in der bekannten Weise ver-

schoben werden konnten. Das Versuchsindividuum muss hier die Grenze zwischen der dunkleren und helleren Partie zeigen, wenn es überhaupt eine derartige Grenze erblickt.

2. Scheibe B. Eine weisse Scheibe, ungefähr 19 Cm. im Durchmesser, an der 5 schwarze Sectorstücke in verschiedener Entfernung vom Centrum gemalt waren, so dass jedes derselben bei der Rotation der Scheibe einen einförmigen grauen Ring erzeugte, der von den Nachbarn durch einen weissen Ring von der nämlichen Breite getrennt war: der äusserste Ring war der dunkelste, der Helligkeitsunterschied zwischen diesem und dem weissen 1/15 (24° schwarz); — für den nächsten ist der Helligkeitsunterschied vom weissen 1/20, für den nächsten 1/24, für den darauf folgenden 1/36 und für den innersten 1/60. Die Breite der Ringe 9 1/2 Mm.

3. Scheibe C. Eine weisse Scheibe, 26 Cm. im Durchm., im Princip ganz wie die vorerwähnte, allein die Ringe waren schmäler und zahlreicher. Dieselben hatten folgende Helligkeitsunterschiede vom Weissen, von innen nach aussen: 1/8, 1/15, 1/24, 1/36, 1/50, 1/60, 1/72, 1/90, 1/120, 1/145, 1/180, 1/210. Die Breite der schwarzen Ringe betrug 3 Mm., die der weissen war kaum so gross, ca. 2 1/2 Mm.

4. Scheibe D (nur benutzt bei einigen der zuletzt untersuchten Patienten): Ebenfalls weisse Scheibe, — 18 Cm. im Durchmesser. Das nämliche Princip wie bei den beiden vorhergehenden. Die Ringe entsprechen folgenden Helligkeitsunterschieden, von aussen nach innen: $>$ 1/10, 1/16, 1/22, 1/26, 1/40, 1/56, 1/72, 1/120. Die Breite der Ringe 4 1/2 Mm.

In der Regel sind der Controle halber die Untersuchten mit mehreren dieser Scheiben untersucht worden.

Die Versuche werden stets bei Tagesbeleuchtung mit Aufstellung der Scheibe ungefähr dem Fenster gegenüber in einer Entfernung von ca. 1 1/2 Meter von diesem, angestellt, also bei einer bedeutend besseren Beleuchtung als diejenige, welche sich gleichzeitig auf dem Platz der Sehschärfetafeln an der Wand im Hintergrunde des Zimmers befand.

Die Versuche wurden ferner immer in derselben Entfernung der Patienten von der Scheibe ausgeführt, die

Entfernung betrug stets $^1/_2$ Meter. Um den dunklen Contour an der Scheibe A zu erkennen, ist — theoretisch genommen — kein Raumsinn nothwendig. Um die Ringe an den übrigen zu zählen, ist dagegen ein solcher erforderlich. Vergleichen wir die Breite der Ringe mit der Breite der Striche in den Snellen'schen Buchstaben, so entsprechen die Ringe an der Scheibe B ungefähr Sn. No. 36, an der Scheibe C No. 9, an der Scheibe D No. 18. Nehmen wir ferner an, dass die S, welche erforderlich ist, um diese Buchstaben zu lesen, annäherungsweise dieselbe ist wie die, welche erforderlich ist, um solche Ringe zu zählen (ceteris paribus), so erfordert das Zählen der Ringe in der erwähnten Entfernung ($^1/_2$ Meter) für Scheibe B S $\frac{^1/_2}{36}$, — für Scheibe C S $\frac{^1/_2}{9}$, — für Scheibe D S $\frac{^1/_2}{18}$.

Es muss nun gleich hervorgehoben werden, dass die Bestimmung der Unterschiedsschwelle, alias des Fechnerschen (Weber'schen) Bruches*), alias des Lichtsinnes — mit Hülfe der Masson'schen Scheibe oft nicht so ganz leicht fällt.**) Schon bei Normalen hat die Grenzbestim-

*) An die Bezeichnung des Bruches, welcher den kleinsten wahrnehmbaren Helligkeitsunterschied angiebt mit dem Namen dieser Männer, knüpft sich die Vorstellung einer — jedenfalls innerhalb sehr weiter Grenzen absoluter Helligkeit — constanten Grösse. Aubert's Untersuchungen haben gezeigt, dass dies nicht stichhaltig ist; allein in praktischer Beziehung macht man sich keines Fehlers schuldig, wenn man diesen Unterschied bei Normalen als constant bei guter Beleuchtung von ziemlich verschiedenem Grade annimmt, jedenfalls von mehr verschiedenem Grade als die Beleuchtungen sind, bei welchen ich die verschiedenen Individuen mit meinen Scheiben untersucht habe.

**) O. B. Bull (Archiv f. Ophthalm., Bd. XXVII., Abth. 1, 1881), der die Schwierigkeiten, welche an der Untersuchung mit der Masson'schen Scheibe haften, erkannte, aber meiner Meinung nach übertrieb, stellte eine Reihe Objecte von verschiedener

mung ihre Schwierigkeiten, selbst wenn es intelligente und sachverständige Leute sind. Hier ist es völlig unnütz, irgend welches Gewicht auf geringere Abweichungen zu legen. Wenn ich die Bemerkung in einem Artikel von Ph. Steffan im Archiv für Ophth. Bd. XXVII. Abth. 2, 1881, lese: „da das betreffende Auge auf der Masson'schen Scheibe nur $^1/_{100}$ unterschied, während das andere $^1/_{125}$ unterschied, war der Lichtsinn desselben folglich vermin-

Helligkeit in Form von mehr oder minder dunklen Buchstaben von constanter Grösse her, welche in constanter Entfernung betrachtet werden müssen. Er nimmt nämlich an, dass man den Angaben des Patienten besser vertrauen darf, wenn er Buchstaben liest, als wenn er Ringe an einer Masson'schen Scheibe zählt. Die Forderungen, welche er an die Sehschärfe stellt, sind weit grösser als die, welche bei der gewöhnlichen Anwendung von Förster's Photometer oder von Masson'schen Scheiben gestellt werden. Die Buchstaben sind nämlich Snellen No, 6, welche in der Entfernung von 1 Meter betrachtet werden; um solche Buchstaben überhaupt lesen zu können, ist also S $1/6$ erforderlich. Ferner wählt er schwarzen Grund, um darauf die mehr oder weniger dunkeln Buchstaben anzubringen. Der Versuch wird bei Tagesbeleuchtung ausgeführt. Indem er schwarzen Grund wählt — überdies so schwarz, dass die Helligkeit desselben im Verhältniss zu weissem Papier nur $1/200$ ist — bekommt der Versuch einen wesentlich andern Charakter als der Versuch mit einer Massonschen Scheibe bei derselben Beleuchtung wegen der weit verschiedenen absoluten Helligkeit. Da Bull keineswegs den Einfluss des Raumsinnes eliminirt, so ist seine Untersuchung natürlicher Weise bei Weitem keine reine Bestimmung der Unterschiedsempfindlichkeit.

Wenn man seine Methode anwenden wollte, so müsste man jedenfalls mit einem ähnlichen Verfahren den Anfang machen wie das, welches ich benutzt habe, nämlich Individuen mit derselben S mit einander zu vergleichen. Bull veröffentlicht keine Untersuchungen pathologischer Individuen und macht in der erwähnten Richtung keine Andeutungen. Ausserdem habe ich zu bemerken, dass Bull nicht darauf geachtet hat, dass man durchaus nicht ohne Weiteres Lichtsinnproben als äquivalent (als geeignet einander zu ersetzen) betrachten darf, sei es, dass dieselben zunächst auf die Bestimmung der Reizschwelle oder auf die Bestimmung der Unterschiedsschwelle bei grösserer Helligkeit ausgehen. —

dert", so muss ich sagen, dass es meiner Meinung nach eine Illusion ist, wenn man glaubt, dergleichen Unterschieden eine conclusive Bedeutung in pathologischer Beziehung beilegen zu dürfen. Derselbe Verfasser ist auch gleich darüber im Reinen, dass die Verminderung des Lichtsinnes, welche im gegebenen Falle an der Scheibe gefunden ist, das Zeichen eines chorioidalen Processes ist; und doch kann ihn nichts zu dieser Annahme berechtigen. Also, es ist keineswegs ganz leicht, mit der Masson'schen Scheibe zu untersuchen: die Patienten schwanken, sie wissen nicht recht, was sie sagen sollen; offenbar ist es innerhalb gewisser Grenzen eine willkürliche Schätzung bei jedem einzelnen Untersuchten, wo die Grenze gesetzt werden muss, und wir haben keine Garantie dafür, dass Leute, welche in Wirklichkeit nicht verschieden sind, in ihrer Schätzung innerhalb dieser Grenzen denselben Punkt als Grenze wählen.

Um für die Angaben eine Art von Controle zu erhalten, benutzte ich, soweit möglich, mehrere Scheiben.

Es ist natürlich schwer zu sagen, wo man die Grenze ziehen soll, über welche hinaus man den Bruch als pathologisch vergrössert annehmen darf. Ich glaube nicht, dass man denselben mit Sicherheit niedriger setzen darf als 1/[illegible]. Wo der Bruch 1/[illegible] oder grösser als [illegible] ist, meine ich, dass man mit Sicherheit davon ausgehen darf, dass derselbe pathologisch vergrössert ist, was auch immer die Ursache dieses Resultates sein mag.

Mein Verfahren ist übrigens hier dasselbe wie vorhin: durch Vergleichung von Individuen mit derselben S, und indem man sein Augenmerk auf bedeutendere Abweichungen in der Fähigkeit dieser gegenüber den Masson'schen Scheiben richtet, — suche ich Unterschiede unter den Amblyopen zu erkennen. Soweit ich weiss, liegt in der Litteratur keine Untersuchung des Verhältnisses der verschiedenen Amblyopien gegenüber der Masson'schen Scheibe

vor. Schon deshalb meine ich, dass Versuche mit dieser an und für sich Interesse verdienen. Aber dies Interesse wird bedeutend erhöht durch eine Vergleichung der dabei erhaltenen Resultate mit denen, welche bei denselben Individuen durch Bestimmung der Sehschärfe bei geringer Beleuchtung erhalten werden.

Die Versuche mit den Masson'schen Scheiben sind stets unmittelbar nach dem Schlusse aller Sehschärfebestimmungen ausgeführt worden, nachdem Pat. sich wieder einige Zeit (ca. 10') an die Tagesbeleuchtung gewöhnt hatte.

Es ist eine Analogie vorhanden zwischen der Prüfung mit einer Masson'schen Scheibe mit Ringen, die man den Patienten zählen lässt, und der Photometerprüfung. Keine derselben ist eine reine Messung des Lichtsinnes, denn es werden Forderungen an den Raumsinn gestellt. Bei der ersten sucht man den schwächsten Helligkeitsunterschied, wobei Ringe in guter Beleuchtung gezählt werden — bei der letzteren wird die schwächste Beleuchtung gesucht, wobei die dicken schwarzen Striche gezählt werden. Gleichwie es nahe lag, meine Bestimmung der S für Schwarz bei geringer Beleuchtung mit der Photometerprobe zusammenzustellen — so liegt es ebenfalls nahe, meine Untersuchungen der S für die blassesten Buchstaben bei guter Beleuchtung mit den bei denselben Individuen bei guter Beleuchtung ausgeführten Prüfungen mit den Masson'schen Scheiben zu vergleichen. Das a priorische Raisonnement muss hier ganz ähnliche Wege gehen, wie oben bei jener Zusammenstellung.

Ich sehe es daher a priori für berechtigt an, davon auszugehen, dass wenn ein Individuum bei einer gewissen Beleuchtung eine verhältnissmässig geringe S für die blassesten Buchstaben im Vergleich mit anderen Individuen zeigt, welche dieselbe S für die schwarzen Buchstaben haben, wie er selbst, so wird er auch bei dem Versuche

[illegible]

[illegible] während die [illegible] [illegible] also [illegible] waren als jene. [illegible] hat einen [illegible] bedeutenden Ein- [illegible] Einzelstaaten — bedeutender [illegible] — um so viel mehr als einige [illegible] waren. Daran wird man [illegible] der erwähnten Art sich erinnern [illegible] an die Möglichkeit denken, dass [illegible] enorm vergrössert sein könnte

bei einer schwächeren Beleuchtung ohne es zu sein — oder ohne es so stark zu sein — bei stärkerer Beleuchtung, wie auch umgekehrt.

Resumé der allgemeinen Resultate der Untersuchungen.

Nach dem beschriebenen Verfahren habe ich ungefähr 50 Individuen untersucht. Unter diesen waren einige Normale. Diese, wie auch andere Normale, welche ich gelegentlich untersuchte, verhielten sich im Wesentlichen Alle gleich.

Bevor ich Tabellen über einige der Untersuchten vorlege, will ich der Uebersicht halber die Schlüsse zusammenfassen, welche hauptsächlich aus den Untersuchungen gezogen werden können.

Wenn Jemand wünschen sollte, Bekanntschaft mit der detaillirten Darstellung aller Untersuchungen zu machen, so muss ich auf meine Abhandlung verweisen: „Undersögelser over formsans og lyssans i forskjellige Öjensygdomme, Kjöbenhavn 1882". Im Folgenden werde ich, nachdem ich die wichtigsten Resultate dargelegt habe, mich darauf beschränken, einige der Untersuchungen zur Aufklärung anzuführen, und dieselben mit einigen erläuternden Bemerkungen begleiten.

Folgendes sind die erhaltenen Resultate:

1. Unter Individuen mit derselben S für Schwarz auf Weiss bei guter Beleuchtung kann ein Individuum eine bedeutende abnorme Abnahme der S bei verminderter Beleuchtung zeigen (Hemeralopie) aber gute S bei abnehmendem Helligkeitsunterschiede und bei unveränderter Beleuchtung; ein anderes Individuum kann gute S bei abnehmender Beleuchtung, aber schlechte S bei abnehmendem Helligkeitsunterschiede zeigen.

2. Unter Individuen mit derselben S*) kann ein Individuum bedeutende Hemeralopie, aber vollständig tadellose Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede auf einer weissen Masson'schen Scheibe bei guter Beleuchtung zeigen; ein anderes Individuum kann dagegen keine oder nur geringe Hemeralopie, aber bedeutend verminderte Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede auf der Masson'schen Scheibe bei guter Beleuchtung darbieten.
3. Man ist berechtigt, dass sub 1 und 2 Ausgesprochene wie folgt auszudrücken:

   Der Lichtsinn kann im centralen Theile der Retina bei einem Individuum in der Weise afficirt sein, dass die Reizschwelle bedeutend nach oben verschoben ist, während die Unterschiedsschwelle bei grösserer absoluter Helligkeit (wie die Helligkeit des weissen Papiers bei Tagesbeleuchtung) keine Affection zeigt — bei einem andern Individuum in der Weise, dass die Reizschwelle wenig oder gar nicht nach oben verschoben ist, während die Unterschiedsschwelle bei grösserer absoluter Helligkeit stark vergrössert ist.
4. Von den Untersuchten zeigten namentlich Individuen mit chorioido-retinitischen Affectionen Neigung zu hemeralopischer Störung, während besonders Patienten mit Atrophia n. opt. Neigung zur Abnahme der Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede bei grösserer absoluter Helligkeit darboten.

*) Wenn nichts Anderes bemerkt wird, wird unter S immer die Sehschärfe für schwarz auf weiss bei gewöhnlicher Tagesbeleuchtung verstanden.

Von den untersuchten Fällen von Amblyopia congenita und Amblyopia in strabismo (congenita? ex anopsia?) haben keine deutliche Affection in irgend einer der beiden genannten Richtungen gezeigt. Die untersuchten Amblyopiae centrales (ex abusu alcohol. et tabaci) schliessen sich in dieser Beziehung zunächst an die untersuchten Atrophiae n. opt. an.

5. Um Hemeralopie zu erkennen, kann praktisch eine gewöhnliche Sehschärfetafel benutzt werden, unter der Voraussetzung, dass man die Beleuchtung im Zimmer hinlänglich vermindern kann; zur Diagnose einer Abnahme der Fähigkeit Helligkeitskeitsunterschiede bei guter Beleuchtung zu unterscheiden (Vergrösserung der Unterschiedsschwelle) können eine bis zwei Tafeln mit hinlänglich blassen Buchstaben benutzt werden. Mit Bezug auf den Einfluss der Beleuchtung auf S für Schwarz auf Weiss geht aus den Untersuchungen hervor, dass es Amblyopien giebt bis zu einer Sehschärfe von $^5/_{18}$ als Minimum, deren S bei einer Beleuchtung, wobei ich ungefähr S $^1/_{12}$ bis $^1/_{18}$ habe, nur wenig verschieden wird von dieser S eines Normalen — und andererseits Amblyopien bis zu einer Sehschärfe von ca. $^1/_9$ bis $^1/_{12}$ (als Minimum), deren S bei der genannten Herabsetzung der Beleuchtung ca. $^1/_2$ oder $^2/_3$ der S eines Normalen wird. Nur wenn Amblyopien von entsprechendem Grade bei solcher Beleuchtung eine wesentlich kleinere S zeigen, kann man also bei dieser Untersuchung sich darauf verlassen, dass sie verminderten Lichtsinn haben (Vergrösserung der Reizschwelle in dem betreffenden Retinaabschnitt). Bei geringeren Abweichungen muss man denn doch den Einfluss der Pupille mit in

Berechnung ziehen. — Für die blassesten Buchstaben (Tafel No. V, H.-U. ca. $^1/_{10}$) hatten bei guter Beleuchtung die besten innerhalb jeder Gruppe 2 oder 3 mal geringere S als für die schwarzen Buchstaben. Sie zeigten denn auch eine gute Fähigkeit gegenüber der Masson'schen Scheibe.

Bei ferneren Untersuchungen werde ich blassere Buchstaben anwenden und Versuche mit diesen und der Masson'schen Scheibe bei derselben Beleuchtung anstellen. Es werden sich alsdann hinlängliche Stützpunkte bieten für eine detaillirte Vergleichung zwischen den beiden Untersuchungen. Mit der Masson'schen Scheibe habe ich Individuen gefunden, welche einen Helligkeitsunterschied von $^1/_{60}$ wahrnehmen, während ihre Sehschärfe nur $^1/_9$ bis $^1/_{12}$ ist. Dies kann ja nur als geringe Vermehrung der Unterschiedsschwelle im Vergleich mit der eines Normalen betrachtet werden. Damit der Bruch bei den genannten Individuen bis auf $^1/_{60}$ sinken sollte, mussten die an den Raumsinn gestellten Forderungen gering sein.

6. Die sogenannte Nyktalopie beruht gewiss in der Regel auf dem Verhältniss, dass viele Amblyopien, wenn die Beleuchtung abnimmt, sich mehr und mehr dem Normalen nähern, sowohl mit Rücksicht auf den Raumsinn als auch auf den Lichtsinn. Dagegen findet man gewiss nur sehr selten bei einem und demselben Individuum den Raumsinn oder Lichtsinn besser bei mässiger als bei hellerer Beleuchtung. Sowohl Raumsinn als Lichtsinn nehmen also mit der Beleuchtung ab, aber langsamer als beim Normalen.

7. Meine Sehschärfetabellen zeigen, dass Abnahme der Beleuchtung auf die Sehschärfe für die

blassesten Buchstaben früher Einfluss hat als auf die Sehschärfe für die schwarzen Buchstaben, oder dieselbe bewirkt eine verhältnissmässig grössere Verminderung der S für jene als für diese. Die Sehschärfe für die blassesten Buchstaben ist also ein feineres Reagens für die Verschiedenheiten in der Beleuchtung als die S für die schwarzen. Dasselbe zeigt sich im Ganzen aber weniger stark ausgeprägt, auch bei den weniger blassen Buchstaben. Für Tafel II (H.-U. 0,42) findet sich bei guter Beleuchtung entweder dieselbe oder eine nur wenig geringere S als für Tafel I. Bei abnehmender Beleuchtung wird der Unterschied gern etwas grösser, so dass bei der geringsten Beleuchtung, wobei meine S (für Schwarz) zwischen $^1/_9$ und $^1/_{18}$ liegt, S gern ungefähr die Hälfte der S für Schwarz ist. Dies gilt sowohl für Normale als auch für Patienten. Für Tafel III (H.-U. 0,29) ist S bei guter Beleuchtung wieder etwas kleiner als für Tafel II. Im Verhältniss zu S für Schwarz ist bei Tageshelle S für Tafel III am wenigsten ungefähr die Hälfte, als Regel etwas mehr, — bei mässiger Beleuchtung wird der Unterschied gewöhnlich etwas grösser; bedeutend vermehrt wird der Unterschied in den Fällen, wo starke Hemeralopie vorhanden ist. Ueberhaupt manifestirt sich Hemeralopie für die blasseren Buchstaben bei einer Beleuchtung, bei welcher dieselbe für die schwarzen Buchstaben noch nicht hervortritt. Dies ist nichts anderes als man dem Vorstehenden nach a priori erwarten durfte: Hemeralopie kann ja zum Theil als eine Art subjectiver Abnahme der Beleuchtung betrachtet werden, und es wurde

ja oben hervorgehoben, dass die Sehschärfe für die blassen Buchstaben ein feineres Reagens für Unterschiede der Beleuchtung als S für schwarze Buchstaben ist.

8. Wie angenommen werden durfte, dass der Raumsinn als solcher innerhalb weiter Grenzen keinen besonderen Einfluss auf das Resultat der Prüfung mit Förster's Photometer hat, so kann man nach Obigem auch nicht annehmen, dass derselbe besondern Einfluss auf das Resultat der Prüfung mit Masson's Scheibe hat, wenn die Ringe an derselben breit sind (z. B. wie die Striche im Photometer) und die Entfernung gering ist (z. B. 1/2 Meter). In diesem Falle können beide Untersuchungen gewiss ohne wesentlichen Fehler als reine Lichtsinnprüfungen angesehen werden. —

Auswahl von Tabellen mit einigen erläuternden Bemerku

Retinitis pigment. atypica (Pat. No. 13).

14. April 1881	Taf. I (1,00)	Taf. II (0,4)	T. III (0,3)	T. IV (0,2)	T. V (0,1)
Beleuchtng. 30 (Gewöhnl. Tagesl.)	5/6	5/6	< 5/6	5/9	5/12
Beleuchtng. 20	5/6	5/6	5/9	< 5/9	5/18
„ 4	5/6	< 5/6	< 5/9	< 5/9	< 5/18
„ < 3	< 5/6	< 5/9	< 5/9	< 5/12	5/24
Meine S < 5/18	5/36	2/36	2/60	H.U.*)	0
Meine S < 5/60	1/60	[illegible]/60	H.U	0	0

Masson's Scheibe: Normal (1/120).

Atrophia n. opt. (Pat. No. 3

29. Juli 1881	Taf. I	Taf. II	T. III	T. V
Beleuchtng. 21 (Gewöhnl. Tagesl.)	< 5/6	< 5/9	< 5/9	< [illegible]
Beleucht. > 1 Meine S 5/6	5/12	5/24	5/36	< [illegible]
Meine S 5/18	2/18	2/36	< 2/36	< [illegible]
Meine S 2/18	2/24	2/36	< 1½/36	[illegible]
Meine S 2/24	< 2/24	1½/36	1/36	1/[illegible]

Masson's Scheibe: 1/20

---

*) H.-U., Helligkeitsunterschied, bedeutet hier, dass der Buchstabe gelesen, aber dass ein Helligkeitsunterschied (ein dunklerer Fleck) an dessen gesehen wurde. 0 bedeutet, dass in der Entfernung von 1/2 Meter nicht ein H.-U. an der Stelle der Buchstaben gesehen wurde.

Zum Verständniss der Ausdrücke für die Beleuchtung muss ich auf das früher Bemerkte verweisen. Uebrigens sind diese Tabellen leicht ohne besondere Erklärung zu verstehen. Bei Beleuchtungen, wobei meine S ungefähr gleich war (resp. $< {}^{5}/_{60}$ und ${}^{2}/_{24}$) hatte No. 13 für Tafel I nur ${}^{1}/_{60}$, No. 30 dagegen $< {}^{2}/_{24}$. Die Hemeralopie bei No. 13 ist also hinlänglich klar. Allein man sieht, dass diese nur bei der geringsten angewandten Beleuchtung hinlänglich klar hervortritt. — Für die blassesten Buchstaben bei guter Beleuchtung (Tafel V) war die S der No. 13 dieselbe (${}^{5}/_{12}$) wie bei einem Normalen, dessen S bei der gewöhnlichen Sehschärfeprobe ${}^{5}/_{6}$ war. Bei No. 30 dagegen ist dieselbe ja excessiv klein, zwar war das Tagesicht besser bei der Untersuchung von No. 13 als von No. 30, allein, wenn wir die nächste horizontale Columne der No. 13 nehmen, wo die Beleuchtung auf ca. 20 reducirt war, so hat er doch für die blassesten Buchstaben S ${}^{5}/_{18}$. — Der Gegensatz zwischen den beiden, zwischen einer Retinit. pigment. und einer Atroph. n. opt. ist ja sehr augenfällig. Bei der ersten: gute S bei geringem Helligkeitsunterschiede, schlechte bei geringer Beleuchtung; — bei der zweiten: schlechte S bei geringem Helligkeitsunterschiede (bei guter Beleuchtung), aber gute S bei geringer Beleuchtung. Bei den Masson'schen Scheiben zeigt sich der Gegensatz zwischen den beiden ja auch besonders gross: No. 13 zeigte sich bei dieser Probe (bei guter Beleuchtung) nicht wesentlich verschieden von mir, also ganz normal, während bei No. 30 ca. ${}^{1}/_{20}$ den kleinsten zu beobachtenden Helligkeitsunterschied darstellte. Die Krankengeschichte No. 30 ist ferner interessant, weil diese mangelhafte Fähigkeit gegenüber geringen Helligkeitsunterschieden (bei einigermassen grosser absoluter Helligkeit) der einzige Functionsmangel war, der gefunden wurde: S ${}^{5}/_{6}$, Sehfeld normal, Farbensinn normal, — Refraction normal. Es ist kaum zu gewagt anzunehmen,

dass die asthenopischen Beschwerden des Patienten mit dem erwähnten Functionsmangel in Zusammenhang standen.

Es ist nur noch Eins hervorzuheben: Bei guter Beleuchtung hat No. 30 für Tafel IV eine bedeutend geringere S als No. 13, allein wir sehen, dass mit der Abnahme der Beleuchtung das Verhältniss ein umgekehrtes wird. Diese beiden Columnen über die S für Tafel IV illustriren daher in schlagender Weise das verschiedene Verhältniss, in welchem S bei verschiedenen pathologischen Individuen afficirt werden kann durch die beiden Momente: Beleuchtung und Helligkeitsunterschied. Schon bei einer Beleuchtung, wobei ich S < $^5/_{18}$ habe, hat No. 30 eine bedeutend bessere Sehschärfe auf Tafel IV als No. 13.

Zur Vergleichung werden hier folgende Bestimmungen meiner eigenen S für schwarze Buchstaben (Tabelle I) bei guter und bei mässiger Beleuchtung angeführt, wenn diese meine S durch Zerstreuungskreise wegen unvollständiger Correction meiner Myopie von 2 D vermindert ist („optische Amblyopie"):

Tageslicht S > $^5/_6$ (bei vollständiger Correction meiner Myopie dagegen S < $^5/_3$).

Sehr geschwächte Beleuchtung: S $^2/_{36}$ *) (bei vollständiger Correction meiner Myopie war meine S gleichzeitig > $^2/_{36}$).

Bei mässiger Beleuchtung also sehr geringer Unterschied zwischen meiner S ohne Correction und meiner S

---

*) Selbstverständlich musste man bei der Wahl passender Gläser dafür Sorge tragen, dass die Zerstreuungskreise annähernd gleich gross wurden, wenn S, wie hier, erst in einer Entfernung von 5, später von 2 Metern bestimmt wurde, oder — wie bei den folgenden Versuchen — erst in einer Entfernung von 5 und darauf von 1 Meter. Mit — 1,5 D hatte ich (d. h. mein linkes Auge, welches ausschliesslich benutzt wurde) S > $^5/_6$; durch dieses Glas wurde ja ein virtuelles Bild der Versuchstafel ca. $^2/_3$ Meter von

mit vollständiger Correction der Myopie. Dies entspricht der Erfahrung, dass bei der schwächsten Beleuchtung, welche bei der Prüfung von No. 30 angewandt wurde, fast kein Unterschied zwischen seiner und meiner S vorhanden war (selbstverständlich bei vollständiger Correction meiner Refractionsanomalie).

Ferner behufs Vergleichung mit dem Folgenden:
Tageslicht: S $^5/_9$ (bei vollständiger Correction
der M hatte ich . . . . S < $^5/_3$)

---

meinem Auge entworfen. Stellte ich mich (wegen der geschwächten Beleuchtung) in einer Entfernung von 2 Meter von der Tafel auf, so musste ich also ein Glas wählen, welches wieder das virtuelle Bild derselben in eine Entfernung von ca. $^2/_3$ Meter von meinem Auge bringen konnte. Die Zerstreuungskreise würden dann von möglichst gleicher Grösse sein. Hierzu bedurfte es — 1,0 D, denn 0,50 $\left(\frac{1}{a}\right)$ — 1,50 $\left(\frac{1}{f}\right) = -\frac{1}{p} = -$ 1,00 (a bedeutet die Entfernung des Gegenstandes, f diejenige des Bildes, p die Brennweite).

Um S $^5/_5$ bei guter Beleuchtung zu erhalten, musste ich das Auge mit — 1,0 D. bewaffnen. Stellte ich mich nun in eine Entfernung von 1 Meter von dem Gegenstande (der Probetafel), so bedurfte es keines Glases, denn wie das virtuelle Bild früher in einer Entfernung von 1 Meter vom Auge lag, so befindet sich jetzt die Tafel selbst in dieser Entfernung. Die Entfernung 5 Meter ist hierdurch als identisch mit ∞ bezeichnet; dies stellt das Verhältniss etwas ungünstiger für die kleinen Prüfungsentfernungen. Gleich gross werden nun trotz der erwähnten Massregeln die Zerstreuungskreise nicht bei der Prüfung in grösserer und in geringerer Entfernung; denn wegen der geringeren Beleuchtung ist die Pupille im letzteren Falle grösser als im ersten; die Zerstreuungskreise werden also auch in entsprechendem Grade grösser sein. Dies Moment wirkt natürlicherweise an und für sich auch ungünstig auf S bei der Prüfung in der geringen Entfernung; könnte man den Vortheil der grossen Pupille ohne diesen Uebelstand haben, sowie bei einer Amblyopie aus anderem Grunde und sowie bei mir, wenn meine Refractionsanomalie vollständig corrigirt ist, würde dies ja vortheilhafter sein für die Erreichung einer möglichst guten S. —

Sehr geschwächte Beleuchtung: S $^1/_{24}$ (bei vollständiger Correction der M. hatte ich $^1/_{18}$)
Noch mehr geschwächte Beleuchtung: S $< ^1/_{24}$ (bei vollständiger Correction der M. hatte ich . . . . $> ^1/_{24}$).

Wiederum also hier ein geringer Unterschied in meiner S bei mässiger Beleuchtung ohne vollständige und mit vollständiger Correction meiner Myopie. Unter Patienten mit S $^5/_9$ bei gewöhnlicher Sehschärfeprüfung hatte ich, dem entsprechend, solche, deren S bei mässiger Beleuchtung nur einen geringen Unterschied von der meinigen zeigte.

Atroph. n. opt. e. neurit. (Pat. No. 5).

6. März 1881	I	II	III	IV	V
Bel. 59 (Tageslicht)	$^5/_9$	$< ^5/_9$	$^5/_{12}$	$^5/_{24}$	$< ^2/_{60}$
Bel. ca. 16	$^5/_9$	$^5/_{12}$	$^5/_{24}$	$^5/_{36}$	$\frac{^1/_2}{60}$
Bel. ca. 4	$^5/_9$	$^5/_{18}$	$^5/_{24}$	$^5/_{36}$	$< \frac{^1/_2}{60}$
Bel. ca. 1½	$^5/_{12}$	$< ^5/_{18}$	$< ^5/_{24}$	$^4/_{60}$	0
—	$^4/_{60}$	$\frac{1^1/_2}{60}$	$\frac{^3/_4}{60}$	0	0
—	$< \frac{^1/_2}{60}$	0	0	0	0

Masson's Scheibe: $^1/_{30}$.

Chorioiditis disseminata (Pat. No. 29).

28. Juli 1881	I	II	III	IV	V
Beleuchtng. 82 (Tageslicht)	$> ^5/_9$	$> ^5/_{12}$	$> ^5/_{12}$	$^5/_{12}$	> [illegible]
Bel. > 1 Meine S $^5/_5$	$> ^5/_{12}$	$^5/_{18}$	$^5/_{18}$	$^5/_{36}$	< [illegible]
Meine S $^5/_9$	$^5/_{24}$	$^5/_{36}$	$^4/_{36}$	$\frac{2^1/_2}{36}$	[illegible] die Be[illegible]
Meine S $^2/_6$	$> ^2/_{24}$	$< ^2/_{24}$	$^1/_{24}$	$^1/_{36}$	kann [illegible]
Meine S $< ^1/_9$	$^1/_{36}$	$^1/_{36}$	$< ^1/_{36}$	$\frac{^1/_2}{36}$	0

Masson's Scheibe: $^1/_{75}$.

Bei No. 5 habe ich leider — wie bei einigen Andern der zuerst Untersuchten — meine eigene S bei den niedrigeren Beleuchtungsstufen nicht notirt; die Schwächung der Beleuchtung war in diesem Falle auf ganz dieselbe Weise wie bei den anderen Patienten durch Gardine und Portière hervorgerufen; die S der Patienten bei der geringsten Beleuchtung war so schlecht, nämlich $< \frac{^1/_2}{60}$ (oder vielmehr nur H.-U.) dass ihre bedeutende pathologische Verringerung ganz unzweifelhaft ist.

No. 29 hatte central eine geringe pathologische Verminderung der S bei mässiger Beleuchtung. Er entdeckte

nämlich während der Untersuchung, dass er 2° bis 3° vom Centrum besser sah als im Centrum, hatte dort > 1/24 oder < 1/18 bei einer Beleuchtung, wobei er im Centrum S 1/36 (für Schwarz) hatte. Einen solchen Unterschied zwischen peripherischer und centraler S sieht man nicht bei Normalen.

Für die blassesten Buchstaben zeigt No. 5 weit geringere S als No. 29. Die S 5/24 dieses Letzteren darf als gut bezeichnet werden, man vergleiche mit No. 13 und ziehe in Betracht die geringere S für Schwarz bei No. 29. — Auf Masson's Scheibe hat No. 5 eine ausgeprägte pathologische Vergrösserung des Bruches, — No. 29 hat dagegen einen einigermassen kleinen Bruch. No. 5 hatte also ausser der Verminderung seiner Wahrnehmungsfähigkeit für Helligkeitsunterschiede bei guter Beleuchtung zugleich eine schlechte S bei mässiger Beleuchtung. Er klagte nicht über Hemeralopie, gab im Gegentheil an, dass er gegen Abend und bei bewölktem Himmel besser sehe, als bei stärkerem Tageslicht. Dies streitet indessen eigentlich nicht mit dem Resultat der Untersuchung, denn erst bei bedeutender Schwächung der Beleuchtung nimmt S in abnormem Grade ab.

Amblyopia congen. in Hyperm.
No. 9.

3. April 1881	I	II	III	IV	V
Bel. 69 (Tageslicht)	5/18	< 5/18	5/24	5/24	> 5/36
Bel. ca. 16	5/18	< 5/18	5/24	5/24	> 5/36
Bel. ca. 4	5/18	< 5/18	5/24	5/24	> 5/36
Bel. ca. 2	5/18	> 5/24	5/24	5/36	< 5/36
Meine S < 5/6	< 5/18	5/24	5/24	5/36	> 4/60
Sehr geschw. Bel.	5/60	2/60	2/60	> 1/60	$\frac{1/2}{60}$

S meines linken Auges (Myopie 2,00) mit unvollständig corrigirter Myopie
No. 17.**)

	I	IV	V
Tageslicht	> 3/12	< 3/18	< 3/24
Meine S*) < 5/6	3/18	3/36	1/24
M. S*) > 2/18	1/18	< 1/36	0
M. S*) > 2/24	< 1/18		
M. S*) > 1/24	1/36		
M. S*) $\frac{1/2}{24}$	> $\frac{1/2}{36}$		

*) Mit vollständiger Correction der Refractionsanomalie.

**) Bei einer Entfernung der Tafeln von 3 M. mit ÷ 0,50, — von 1 M. mit + 0,50 oder + 0,75 — von ½ M. mit + 1,75.

Retinitis pigmentosa (Pat. No. 16).

11. Mai 1881	I	II	III	IV	V
Bel. 69 (Tageslicht)	5/18	5/18	< 5/18	5/24	5/36
Bel. ca. 16	5/18	5/18	< 5/18	5/24	5/36
Bel. ca. 3½	5/18	< 5/18	5/24	< 4/24	3½/36
Bel. ca. 2	5/18	5/24	< 5/24	5/36	H.U
Meine S 5/9	< 5/24	< 4/36	H.U	kaum H.-U.	0
Meine S < 5/18	H.U	kaum H.-U.	0	0	0

Masson's Scheibe: 1/72.

Neuritis n. opt., atroph. incip. (excentr. Fixation) (Pat. No. 39).

2. Octbr. 1881	I	IV	V
Bel. 40 (Tageslicht)	5/18	5/36	< 2/24 (sehr unsicher)
Bel. 2	< 5/18	< 5/36	< 1/24
Meine S 5/12	5/24	2/36	0
Meine S > 1/18	1/18	< ½/36	0

Masson's Scheibe: 1/36.

Chorioiditis (Pat. No. 10).

5. April 1881	I	II	III	IV	V
Bel. 82 (Tageslicht)	5/18	5/24	< 5/24	< 4/36	0
Bel. ca. 20	5/18	5/24	< 5/24	2½/36	0
Bel. ca. 5	5/24	5/36	2/24	H.-U.	0
Bel. ca. 2	5/24	5/36	< 1/60	0	0
Meine S < 5/6	0	0	0	0	0
	Sieht mit Schwierigkeit Bewegungen grosser Gegenstände.				

Masson's Scheibe: 1/14.

Atroph. n. opt., Glauc. simpl. (?) (Pat. No. 49).

	I	IV	V
Bel. 90 (Tageslicht)	< 5/18	2/18 (Sehr wechselnd.)	kaum H.-U.
Meine S 5/6	4/18	< 1/12 (Sehr wechselnd.)	0
Meine S 5/18	> 2/24	0	0
Meine S > 2/24	< ½/24		
Meine S 1/18	½/60		

Masson's Scheibe: 1/30.

No. 9 und 17 haben gute Sehschärfe sowohl bei schwacher Beleuchtung als bei schwachem Helligkeitsunterschiede, No. 16 schlechte S bei schwacher Beleuchtung, gute bei schwachem H.-U. in guter Beleuchtung. No. 39 hat umgekehrt gute S bei schwacher Beleuchtung, weniger gute S bei schwachem H.-U. in guter Beleuchtung. No. 10 und 49 haben beide schlechte S sowohl bei schwacher Beleuchtung als auch bei schwachem H.-U. in guter Beleuchtung, aber doch so, dass

No. 10 namentlich in der ersteren Beziehung, 49 besonders in der anderen Beziehung sich hervorthut.

Auf Tabelle 17 wird man bemerken, wie meine Sehschärfe mit Zerstreuungskreisen weniger und weniger verschieden, zuletzt nur wenig verschieden wird von meiner S ohne diese. No. 16 hat ja eine sehr bedeutende Hemeralopie, würde aber offenbar bei einer Untersuchung nach Weber's Methode demungeachtet keinen erheblichen Mangel gezeigt haben (s. oben). S von No. 9 beginnt auf einem Punkte Abnähme zu zeigen, wo die von No. 16 eben nur anfängt abzunehmen. Bei No. 10 mit der colossalen Hemeralopie bemerkt man ebenfalls, wie lange die S sich bei geschwächter Beleuchtung gut erhält.

Der Versuch mit Masson's Scheibe zeigt im Ganzen Resultate, die mit dem Resultat der S-probe bei geringem H.-U. und guter Beleuchtung übereinstimmen. Bei No. 10 mit der starken Hemeralopie ist der Fechner'sche Bruch $^1/_{14}$; auf Tafel V ist seine S = 0 (d. h. es wurde kein H.-U. an der Stelle der Buchstaben wahrgenommen), obgleich der H.-U. hier grösser als $^1/_{14}$ ist. Dies rührt offenbar von der schwächeren Beleuchtung bei der S.-probe her, in Verbindung mit der excessiven Hemeralopie, an welcher Patient litt. Bei No. 49 ist die Hemeralopie ja weit schwächer ausgesprochen als bei No. 10, allein der Fechner'sche Bruch ist grösser. —

Amblyopia in strabismo (Pat. No. 25).

17. Juli 1881	I	II	III	IV	V
Bel. 100 (Tageslicht)	$< ^5/_{24}$	$> ^5/_{36}$	$^5/_{36}$	$< ^4/_{36}$	$^3/_{36}$
Bel. 16	$< ^5/_{24}$	$^5/_{36}$	$< ^5/_{36}$	$< ^4/_{36}$	$< ^3/_{36}$
Bel. 5	$< ^5/_{24}$	$^5/_{36}$	$< ^5/_{36}$	$\frac{3^1/_2}{36}$	$< ^3/_{36}$
Meine S $< ^5/_6$	$> ^5/_{36}$	$^5/_{36}$	$< ^4/_{36}$	$\frac{3^1/_2}{36}$	$\frac{2^1/_2}{36}$
Meine S $\frac{2^1/_2}{9}$	$< \frac{2^1/_2}{24}$	$< \frac{2^1/_2}{36}$	$< \frac{2^1/_2}{36}$	$^2/_{36}$	$< ^1/_{60}$
Meine S $> \frac{1^1/_2}{24}$	$\frac{1^1/_2}{36}$	$^1/_{36}$	$< ^1/_{36}$	$\frac{^2/_3}{36}$	0

Atrophia n. opt. (Pat. No. 19).

1. Juni 1881	I	II	III	IV	V
Bel. 50 (Tageslicht)	$^4/_{24}$	$^4/_{36}$	$\frac{3^1/_2}{36}$	$^3/_{36}$	$^2/_{60}$
Bel. 4	$^4/_{24}$	$^4/_{36}$	$< ^4/_{36}$	$^3/_{36}$	$^2/_{60}$
Bel. < 2	$^4/_{24}$	$^4/_{36}$	$< ^4/_{36}$	$^3/_{36}$	$^2/_{60}$
Meine S $^1/_9$	$^1/_{24}$	$^1/_{60}$	kaum H.-U.	kaum H.-U.	0

Masson's Scheibe: $^1/_{18}$. (Fühlte sich angestrengt und hatte Kopfschmerzen nach den Sehproben

Pat. No. 18. (S meines linken Auges ohne Correction der Myopie von 2,0 D).

	I	II	III	IV	V
Tageslicht (Sonne)	$2/18$	$<2/18$	$<2/24$	$3/36$	$<3/36$
Geschwächte Beleuchtung	$2/24$	$3/36$	$<2/36$	$3/60$	$<\frac{1^1/_2}{36}$

Masson's Scheibe: $1/72$.

Atrophia n. opt. (Pat. No. 12).

15. April 1881	I	II	III	IV	V
Bel. 64 (Tageslicht)	$5/24$	$5/36$	$5/60$	$2/36$	kaum H.-U.
Geschwächt. Beleuchtung	$<5/36$	$\frac{3^1/_2}{60}$	$\frac{2^1/_2}{60}$	$>1/60$	0

No. 12 hat eine bedeutende und No. 19 eine nicht unbedeutende Verminderung der S für die blassesten Buchstaben bei guter Beleuchtung. No. 19 hat gute S bei mässiger Beleuchtung. No. 12 ist nicht untersucht worden bei so starker Herabsetzung der Beleuchtung wie gewöhnlich. Das andere Auge des Patienten hatte indessen auch atroph. n. opt. und hatte S $5/18$ ohne deutliche Hemeralopie, aber mit deutlicher Verminderung der S für die Tafel V bei guter Beleuchtung (nämlich nur S $1/36$). Man vergleiche No. 12 und No. 18 in Bezug auf ihre S für Tafel V; — die geschwächte Beleuchtung, bei welcher diese zwei Patienten untersucht wurden, war für beide ungefähr dieselbe. —

Amblyopia in strabismo und hypermetropia (Pat. No. 41).

	I	IV	V
Bel. 82 (Tageslicht)	$<1/12$	$<1/24$	$\frac{1/2}{24}$
Meine S $5/9$	$1/18$	$<1/36$	0
Meine S $> 1/18$ (Das rechte normale Auge d. Patient. auch $> 1/18$)	$1/36$	H.U	0

Masson's Scheibe: $1/60$.

No. 41 hatte im Vergleich mit andern Individuen mit derselben oder einer besseren S bei der gewöhnlichen Sehprobe — gute S bei mässiger Beleuchtung und geringem H.-U., sowie guter Unterscheidungsfähigkeit auf der Masson'schen Scheibe. Man darf sich wohl fast darüber wundern, dass ein Individuum mit $< 1/12$ bei einer Beleuchtung, bei der ich S $> 1/18$ habe, noch S $1/36$ hat, und dass es auf der Masson'schen Scheibe (Scheibe B) noch $1/60$ unterscheidet.

Im Vorstehenden ist keine Rücksicht genommen worden auf ein Moment, welches bei den schwächeren Beleuchtungsgraden auf S Einfluss haben kann, nämlich die Weite der Pupille. Eine ungewöhnlich enge Pupille wird nämlich S bei mässiger Beleuchtung verringern, ganz einfach weil die Beleuchtung der Netzhaut dadurch vermindert wird. Wenn daher einige der Untersuchten eine ungewöhnlich enge Pupille gehabt haben, wird dies an und für sich verursacht haben können, dass Hemeralopie gefunden wurde. Um zu eruiren, eine wie grosse Bedeutung diesem Momente überhaupt beizulegen ist, habe ich einige Untersuchungen vorgenommen.

Mit Correction ihrer Myopie haben meine Augen bei mässiger Beleuchtung dieselbe S. Meine beiden Pupillen sind ungewöhnlich gross. Ich tröpfelte Eserin in mein rechtes Auge. Dadurch wurde die rechte Pupille zu einer Grösse wie Charrière No. 6 reducirt. Die Bestimmung dieser Weite wurde von 3 verschiedenen Untersuchern mit ganz demselben Resultate gemacht.*) Wenn ich, am Fenster stehend, mein Gesicht dem Hintergrunde des Zimmers zukehrte, und beide Augen bedeckt waren, war der Durchmesser der eserinisirten Pupille unmittelbar nach Entfernung der sie bedeckenden Hand höchstens wie Charrière No. 7. Gleichzeitig war die Weite der andern Pupille wie Charrière No. 20 oder 21 — eine grössere Weite als 21 erreicht meine Pupille unter normalen Verhältnissen durch Verdecken beider Augen nicht, — mehrere Male constatirt.

Ich prüfte nun meine S bei mässiger Beleuchtung mit dem eserinisirten rechten und dem linken Auge, natür-

---

*) Die gewöhnliche Charrière'sche Scala zur Bestimmung des Kalibers von Bougies lässt sich meiner Erfahrung nach ganz gut zur Messung der Weite der Pupille (des Hornhautbildes der Pupille) anwenden. Verschiedene Untersucher stimmen in ihren Schätzungen sehr gut überein.

lich mit voller Correction der Myopie beider Augen. Dabei fand ich:

Wenn das linke Auge S < $^3/_{18}$ hatte, so hatte das rechte Auge $^3/_{36}$,

Wenn das linke Auge S $^1/_{18}$ hatte, so hatte das rechte Auge $^1/_{36}$.

Zu Ende des Versuchs war die Weite der rechten Pupille dieselbe wie vorher.

Nun findet sich kaum jemals eine Pupille, die, wenn nicht Synechien oder andere besondere pathologische Verhältnisse vorhanden sind, bei mässiger Beleuchtung enger, als Charrière No. 6 bis 7, (Durchmesser von 2 Mm.) wenn überhaupt so eng, ist. Es ist daher klar, dass bei einem Individuum, wo aus keinem andern Grunde Hemeralopie vorhanden ist, nicht einmal eine so enge Pupille eine solche von irgendwelcher Bedeutung bedingen wird. Die Verengerung der Pupille bedeutet eine Verminderung der Beleuchtung, und bei Amblyopien ohne Hemeralopie nimmt S ja sogar weniger mit der Beleuchtung ab als bei dem Normalen.

Die Grade von Hemeralopie bei meinen Patienten, an welche das Interesse sich besonders knüpft, sind hiernach zu bedeutend, als dass man denken könnte, die Hemeralopie sei durch Pupillenenge entstanden. Ein Paar Andere, wo zugleich abnorm verringerte S für die blassen Buchstaben bei guter Beleuchtung vorhanden war, würden eher grösseres Interesse haben, wenn ihre Hemeralopie einer engen Pupille zu verdanken wäre. Auf die Uebrigen ist nur wenig Gewicht gelegt worden; es sind im Ganzen nur ein Paar. Ein etwaiger Einfluss einer engen Pupille kann daher jedenfalls die Sätze von eigentlichem Interesse, die ich auf Grund meiner Untersuchungen aufgestellt habe, nicht beeinträchtigen. Schliesslich darf ich bemerken, dass Förster die Rücksicht, welche bei der Photometeruntersuchung auf die Weite der Pupille genommen werden

muss, unbesprochen lässt. Seine Resultate müssen daher ohne Rücksicht auf diese erreicht worden sein.

Endlich ist eines Umstandes von sehr wesentlichem Interesse und gleicher Bedeutung für die Auffassung der in dieser Abhandlung angeregten Fragen zu gedenken. Wenn, wie ich zuweilen gefunden habe, ein Patient mit excentrischer Fixation einen bedeutend grösseren Fechner'schen Bruch zeigt als der normale und keine Hemeralopie vorhanden ist, könnte dann nicht die excentrische Fixation als solche sowohl den Mangel der Hemeralopie wie auch die Vergrösserung des Fechner'schen Bruches bedingen?

Benutzt ein Patient eine normale, nicht allzu excentrische Netzhautpartie zur Fixation bei mässiger Beleuchtung, dann wird S für Schwarz hierbei verhältnissmässig recht gut sein können, sogar wenn der Patient bei guter Beleuchtung normale centrale S hat. Es ist leicht zu constatiren, dass der Unterschied zwischen der Peripherie und dem Centrum unter normalen Verhältnissen mit Bezug auf S desto kleiner wird, je schwächer die Beleuchtung ist. 10^0 vom Centrum habe ich z. B. ungefähr S $^1/_{24}$ und < $^1/_{24}$ bei Beleuchtungen, bei denen meine centrale S respective $^1/_9$ und $^1/_{18}$ ist, — 15^0 vom Centrum ist meine S bei diesen Beleuchtungen < $^1/_{36}$. Bei guter Beleuchtung ist meine S an diesen peripherischen Partien natürlich viele Male geringer als im Centrum. Es ist ferner von verschiedenen Untersuchern*) festgestellt, dass die Reizschwelle für peripherische Netzhautpartien — sogar sehr weit in der Peripherie hinaus — ebenso klein, ja theilweise sogar etwas kleiner ist als im Centrum. Aus diesem Grunde wird bisweilen gesagt, dass der Lichtsinn ungefähr gleich gut in der ganzen Ausdehnung der Netzhaut sei,

*) Aubert (Physiologie der Netzhaut) und Schadow (Pflüger's Archiv, 1877). Ich kann dasselbe aus eigener Erfahrung ganz bestätigen.

dass das Centrum nicht wie beim Raum- und Farbensinn einen Vorzug in dieser Beziehung besitze. Dieser Satz ist indessen im Allgemeinen unberechtigt, denn die Unterschiedschwelle bei grösserer absoluter Helligkeit ist in der Peripherie grösser als im Centrum, obgleich die Reizschwelle dieselbe ist. Dobrowolsky und Gaine*) fanden durch Versuche mit einer weissen Masson'schen Scheibe bei guter Beleuchtung bei Individuen, welche normale S hatten, und welche central einen Helligkeitsunterschied von $^1/_{144}$ oder $^1/_{120}$ unterscheiden konnten, Folgendes: 5^0 vom Centrum wurden nach innen im Gesichtsfelde $^1/_{62}$ bis $^1/_{75}$ unterschieden (nach aussen im Gesichtsfelde $^1/_{63}$ bis $^1/_{85}$), — 20^0 vom Centrum nach innen $^1/_{11 \cdot 6}$—$^1/_{20}$ (nach aussen $^1/_{18}$—$^1/_{24}$, — 60 bis 65^0 nach innen $^1/_4$ (nach aussen $^1/_{6 \cdot 2}$—$^1/_{8 \cdot 4}$), — 80^0 nach aussen $^1/_4$. Charpentier**) giebt gleichfalls an, dass die Fähigkeit zwischen verschiedenen, gleichzeitig hervortretenden Helligkeiten zu unterscheiden vom Centrum nach der Peripherie bedeutend abnimmt. Ich habe in dieser Beziehung einige Untersuchungen an mir selbst und an einigen andern Normalen mit der Scheibe A bei guter Beleuchtung unter denselben Verhältnissen wie bei den übrigen Untersuchungen mit der Masson'schen Scheibe angestellt. Bei genauer monoculärer Fixation des Randes der weissen Scheibe wurde der kleinste Sector bestimmt, welcher innen auf der Scheibe noch deutlichen Helligkeitsunterschied hervorbrachte. Es wurde gefunden, dass ca. 5^0 vom Centrum ein Helligkeitsunterschied, der etwas grösser als $^1/_{60}$ (kleiner als $^1/_{50}$) war, von Allen erkannt wurde; — 10^0 vom Centrum wurde von Einigen $^1/_{45}$ erkannt, — von Andern nicht mit Sicherheit, wohl aber $^1/_{36}$; diese Zahlen vertreten Werthe, welche jedenfalls von den Betreffenden erkannt wurden. Wahr-

*) Pflüger's Archiv, 1876.

**) Archives d'ophthalmologie, 1881 (Janv.—Févr.).

scheinlich würde ein genaueres Variiren der Grösse des schwarzen Sectors gezeigt haben, dass sie einen noch etwas kleineren Helligkeitsunterschied als den angegebenen erkannten. Wenn man dem Centrum näher geht als 5°, steigt die Fähigkeit, Helligkeitsunterschiede bei guter Beleuchtung zu erkennen, sehr schnell.

Man könnte sich nun denken, dass in allen denjenigen Fällen, wo eine Vergrösserung des Fechner'schen Bruches vorliegt, aber keine Hemeralopie gefunden ist, dies ganz einfach davon abhängig sei, dass das Sehen bei mässiger Beleuchtung excentrisch war. Hierbei könnte ja eine im Centrum möglicherweise vorhandene Hemeralopie sich der Entdeckung entziehen. In denjenigen meiner Fälle, in welchen keine excentrische Fixation notirt ist, ist indessen gewiss keine solche — weder bei guter, noch bei schwacher Beleuchtung — von irgendwelcher Bedeutung vorhanden gewesen. Ich hatte stets meine Aufmerksamkeit darauf gerichtet. Dass z. B. No. 30 sowohl bei schwacher als bei guter Beleuchtung centrale Fixation hatte, ist ganz entschieden, — es wurde sorgfältig constatirt. Entschieden ist, dass die centrale Partie der Retina hier keine Hemeralopie, dagegen eine sehr bedeutende Vergrösserung des Fechner'schen Bruches zeigte. In dem erwähnten Falle No. 39, in dem ich excentrische Fixation notirte, fand diese sowohl bei guter als auch bei schwacher Beleuchtung mit einer Partie der Netzhaut ca. 2° vom Centrum Statt. Hier ist unter normalen Verhältnissen die Wahrnehmungsfähigkeit für Helligkeitsunterschiede mehrere Male besser als die, welche dieser Patient zeigte ($^1/_{26}$).

Nachtrag. Untersuchung des Lichtsinnes der gesammten Netzhaut („totaler Lichtsinn").

Dies ist eine Untersuchung des „successiven" Lichtsinnes im Gegensatz zu den bisher besprochenen Licht-

sinnuntersuchungen, welche den „simultanen“ Lichtsinn zum Gegenstand hatten. Die Methode hat ihr Vorbild in der wohlbekannten Lichtsinnuntersuchung bei einem Patienten, der eine reife, totale Katarakt hat. Die kataraktöse Linse diffundirt das Licht einer Lichtquelle über die ganze Ausdehnung der Netzhaut. Man bringt den Patienten in ein dunkles Zimmer, stellt ihn einer Lichtwelle gegenüber, deren Intensität willkürlich leicht verändert werden kann, und sucht jetzt die kleinste Intensität, welche diese Lichtwelle haben kann, damit der Patient noch den Wechsel von hell und dunkel erkennt, je nachdem Licht auf sein Auge fällt, oder dasselbe beschattet wird. Als Lichtquelle zu diesem Gebrauch construirte v. Graefe sein wohlbekanntes Photometer.

Aubert*) hat eine physiologische Bestimmung dieses „totalen Lichtsinnes“ gemacht. Er benutzte dazu einen grossen Schirm von weissem Papier. „Der Beobachter befindet sich hinter dem Schirm, in der Mitte desselben und in möglichster Nähe desselben, so dass bei convergirenden Augenaxen der Schirm das ganze Gesichtsfeld ausfüllt.“ Er bestimmte nun in einem absolut finsteren Zimmer die geringste Lichtmenge, welche von vorne auf den Schirm fallen musste, damit der Beobachter (A. selbst) eben wahrnehmen konnte, wenn die Lichtwelle abwechselnd verdeckt und frei gelassen wurde.

Eine Untersuchung der Art war schon früher in Dr. Edm. Hansen's Klinik vorgenommen worden. Dr. Krenchel hatte auf zweierlei Art versucht, das Auge mit einer reifen Totalkatarakt nachzuahmen, entweder indem er einen ziemlich grossen Schirm von weissem Papier, welcher den grössten Theil des Gesichtsfeldes einnahm, unmittelbar vor dem Auge aufstellte; oder dadurch, dass er ein Milchglas, ungefähr von der Form eines grossen

*) Physiologie der Netzhaut, pag. 47—50.

periskopischen Brillenglases, vor dem Auge anbrachte. Mit Hülfe dieses letzten erreichte man am leichtesten die Verdeckung des ganzen Gesichtsfeldes. Das Glas war von ovaler Form und hatte eine Fassung, welche einigermassen der Form des Gesichtes rings um den margo orbitalis angepasst war. Dieses periskopische Milchglas benutzte ich. Durch ein wenig Baumwolle wurde dafür gesorgt, dass durchaus kein Licht in's Auge drang, ausgenommen durch das Milchglas. Das Auge, welches nicht untersucht wurde, wurde sorgfältig verbunden.

Wenn man ein derartig armirtes Auge in derselben Weise wie ein kataraktöses auf Lichtsinn untersucht, so bestimmt man also die schwächste Beleuchtung, welche die Netzhaut überhaupt auffassen kann, wenn erstere unmittelbar mit absolutem Dunkel abwechselt, d. h. man bestimmt die Reizschwelle für die Netzhaut in toto. Ich richtete meinen Versuch ausserdem so ein, dass ich zugleich das Minimum bestimmte, um welches eine gewisse vorhandene stärkere Beleuchtung vermehrt werden musste, wenn das Auge diese Vermehrung eben sollte auffassen können, m. a. W. ich bestimmte die Unterschiedsschwelle für die Netzhaut in toto bei einem gewissen höheren Beleuchtungsgrade, nämlich bei der Beleuchtung der Netzhaut durch ein Stearinlicht in einer Entfernung von $^1/_2$ Meter vom Auge.

Es boten sich mir indessen bei diesen Versuchen bedeutende Schwierigkeiten. Erstens verfügte ich über kein absolut finsteres Zimmer. Es fand sich stets in demselben eine leicht zu erkennende Beleuchtung, und diese Beleuchtung war den Umständen nach sehr verschieden. In Folge dessen liess die Reizschwelle sich nicht bestimmen, und die Bestimmung der Unterschiedsschwelle wurde ungenau, da man den Grad der Beleuchtung, wobei der Versuch gemacht wurde, nicht genau kannte. Ferner wurde es in hohem Grade schwierig, Vergleichungen an-

zustellen zwischen den zu verschiedenen Zeiten untersuchten Patienten mit Bezug auf diesen Versuch, weil die Beleuchtung in dem „finstern" Zimmer, wie gesagt, ziemlich verschieden war. Ausserdem war der Versuch für die Patienten recht schwierig und beschwerlich, und dies Moment wurde von besonderer Bedeutung, weil dieselben zuvor allen den verschiedenen anderen Untersuchungen unterworfen worden waren. Aus diesen Gründen gab ich vorläufig die weitere Verfolgung der Untersuchungen des totalen Lichtsinnes auf.

In der Regel wird man den Versuch so machen müssen, dass das andere Auge zugebunden wird. Allein hier zeigte sich eine neue Schwierigkeit, welche von dem „Wettstreit der Netzhäute" herrührte. Ich führe hier an, was ich unmittelbar nach der Untersuchung meines eigenen einen Auges bei Verbinden des anderen notirte: Blicke ich mit unveränderter Kopfstellung und ohne zu blinzeln nach einem vor mir stehenden Stearinlichte, so sehe ich das periskopische Glas zwar Anfangs wie eine einförmig leuchtende Fläche; allein diese verfinstert sich sehr schnell. Es verliefen nur wenige Secunden und das Gesichtsfeld ist ebenso dunkel wie — soweit sich dies beurtheilen lässt — sonst in einer dunklen Stube. Eine finstere Wolke zieht sich gleichsam über das Ganze hin, stets von derselben Seite des Gesichtsfeldes aus, nämlich von der Nasenseite her beginnend. Dass der „Wettstreit der Netzhäute" dies Phänomen verursachte, ging daraus hervor, dass die Erscheinung ausblieb, wenn ich ein periskopisches Milchglas auch vor das andere Auge brachte. In diesem Falle beobachtete man nur eine weit geringer ausgeprägte, ganz successiv sich entwickelnde Verdunkelung des Gesichtsfeldes, die der „Ermüdung der Netzhaut"*) zu verdanken war.

---

*) Aubert scheint mir (l. c.) ohne Grund diesem Adaptationsprocesse grosse Bedeutung als Schwierigkeit bei der Bestimmung

Diese Wettstreit-Erscheinung zeigte sich jedoch nicht, wenn der Versuch bei möglichst minimaler Beleuchtung ausgeführt wurde.

Nur ein einzelner Fall, dessen „totalen Lichtsinn" ich untersuchte, und der trotz der genannten Mängel der Untersuchung doch in ganz unzweifelhafter Weise sich von Interesse erwies, soll erwähnt werden. Zuerst werde ich jedoch ein Paar Untersuchungen meines eigenen totalen Lichtsinnes mittheilen; dabei wird das Verfahren bei der Untersuchung klar hervortreten.

Um den Einfluss zu beseitigen, den die Beleuchtung im finstern Zimmer haben musste, untersuchte ich mich selbst an einem dunklen Abend (22. April 1881).

Die Wände des Zimmers waren dunkel, das dichte Rouleaux ganz herabgerollt. Das Zimmer war nun vollständig finster. Vor meinem linken Auge wurde das periscopische Milchglas angebracht und das rechte Auge verbunden. Nach einer viertelstündigen Adaptation stellte ich mich vor v. Graefe's Photometer, das mit Diaphragma No. 3 (Quadrat mit 3 Mm. Seite) eingestellt war. Indem ich abwechselnd mich demselben näherte und davon entfernte, zeigte sich, dass ich höchstens in einer Entfernung von 1,75 Meter Lichtwechsel erkennen konnte, wenn ein Gehülfe seine Hand dicht vor die leuchtende kleine Fläche, welche das Diaphragma bildete, hielt und dieselbe wieder entfernte. Der Versuch wurde wiederholt sehr sorgfältig angestellt und dauerte ca. ½ Stunde ausser der Viertelstunde, in der ich adaptirte.

Darauf wurde ein Stearinlicht ½ Meter vor meinem mit dem Glase versehenen Auge aufgestellt. Ich adaptirte während einer Viertelstunde und eine andere Viertelstunde verging, um die durch ein anderes Stearinlicht hervorgebrachte

---

der Unterschiedsschwelle beizulegen. — Er bespricht daselbst als eine schwierige, aber schwer zu erfüllende Forderung bei diesen Versuchen, dass der ganze Unterschied in einem Augenblicke gesetzt werden muss. Bei der von mir angewendeten Untersuchungsweise wird derselbe ohne Zweifel so momentan gesetzt, als man nur wünschen kann.

kleinste wahrnehmbare Steigerung der Beleuchtung zu bestimmen. Ein Gehülfe beschattete wechselweise mit seiner Hand dieses Stearinlicht, und wechselweise zog er die Hand zurück. Das Stearinlicht wurde nun eben so weit entfernt. dass der dadurch erzeugte Wechsel in der Beleuchtung nicht länger erkannt werden konnte. Darauf wurde das Licht wieder näher gebracht bis es sich grade deutlich und sicher erkennen liess. Ich fand, dass eine Steigerung der Beleuchtung bei einer Entfernung dieses anderen Stearinlichtes von 3,15 Meter sich durchaus nicht erkennen liess, — etwas näher wurde dieselbe erkannt, aber unsicher und keineswegs immer. Vollständig sicher und deutlich wurde dieselbe jedenfalls bei einer Entfernung von ca. 2,25 Meter erkannt.

Ich finde unter den erwähnten Verhältnissen also, dass bei der Beleuchtung, die ein Stearinlicht in einer Entfernung von $^1/_2$ Meter hervorbringt, mein linkes Auge eine Vermehrung der Beleuchtung der Netzhaut in toto mit ca. $^1/_{24}$ bis $^1/_{36}$ bei Vergleichung in unmittelbarer Aufeinanderfolge eben erkennt.

Bei diesem letzten Versuche trat der Wettstreit der Netzhäute hervor. Derselbe störte nicht wenig, und ich muss dahin gestellt sein lassen, ob derselbe auf das Resultat irgendwelchen wesentlichen Einfluss hatte. Es schien mir nicht so, allein das Verhältniss würde sich ungünstiger stellen bei vielen Patienten, deren Auffassung des ganzen Versuchs durch den Wettstreit leicht gestört werden könnte.

Charpentier*) hat seine „sensibilité aux differences des lumières successives" für begrenzte Abschnitte der Retina, theils im Centrum, theils in der Peripherie untersucht. Er fand dabei die gleiche Fähigkeit in dieser Beziehung, in der Peripherie und im Cen-

*) Archives d'ophthalmologie, tome I, 2 (Janv.—Févr. 1881), pag. 152 ff.

trum. Er sagt nicht, wie gross der Sehwinkel für die benutzte, mit variirender Helligkeit leuchtende Fläche war, aber derselbe scheint von nicht unbedeutender Grösse gewesen zu sein. Der Bruch, den er fand, und der also sowohl für die Peripherie als für das Centrum galt, war $^{7}/_{100}$ bis $^{8}/_{100}$. Derselbe war constant: „quelle que soit l'intensité absolue de l'éclairage employé"; allein er benutzte eigener Aussage nach nur Helligkeiten mittlerer Intensität, weder sehr grosse, noch sehr kleine. Er meint selbst, dass die Verhältnisse bei diesen sich etwas anders stellen würden. Für die ganze Netzhaut in toto habe ich also ca. $^{3}/_{100}$ bis $^{4}/_{100}$ gefunden.

Um zu zeigen, einen wie grossen Einfluss die Beleuchtung in dem durch ein dichtes, ganz herabgezogenes Rouleau verfinsterten Zimmer am Tage hat, führe ich zum Vergleiche mit dem Vorstehenden folgende an mir selbst angestellte Untersuchung an:

26. April 1881. (Ziemlich dunkles Wetter.) In einer Entfernung von 0,75 Meter erkenne ich zur Noth, in einer Entfernung von 0,86 Meter ganz und gar nicht — die durch das grösste Diaphragma des v. Graefe'schen Photometers (Quadrat von ca. 17 Mm. Seite) hervorgebrachte Beleuchtung. Wird ein Stearinlicht vor das mit dem Milchglase versehene Auge gebracht, so wird ein anderes Stearinlicht zur Noth in einer Entfernung von 1,80 Meter erkannt, nicht in einer Entfernung von 2 Meter.

Man sieht — wie natürlich ist —, dass der Unterschied von dem Versuche im absolut finstern Zimmer bei der letzten Anordnung (mit der stärkeren Beleuchtung) weit weniger ausgesprochen ist, als bei der ersten (mit v. Graefe's Photometer).

Es würde nicht schwierig sein, einen so finstern Raum herzustellen, dass die Prüfung, was diesen Umstand anlangt, mit vollständiger Zuverlässigkeit ausgeführt werden könnte zum directen Vergleich der Patienten unter ein-

ander und mit Normalen, und ich glaube dann auch, dass es sich der Mühe lohnen würde, eine methodische Untersuchung der Verhältnisse des totalen Lichtsinnes bei verschiedenen Augenkrankheiten anzustellen. Die Prüfung hat den Vortheil, dass durchaus keine Anforderungen an den Raumsinn gestellt werden. Derselbe ist eine so reine Lichtsinnprobe als möglich. Andererseits ist es indessen nicht sehr ermunternd, dass ich bei der Untersuchung der Netzhaut in toto eine Unterschiedsschwelle gefunden habe, die nur 2 mal kleiner ist, als die, welche Charpentier für einen begrenzten Abschnitt der Retina von einer gewissen Grösse und von beliebiger Lage fand. Hiernach scheint, dass viele Retinaelemente ihre Functionsfähigkeit einbüssen können, ohne dass die Prüfung irgend einen Ausschlag von Bedeutung giebt. Indessen könnte möglicherweise das Verhältniss mit Bezug auf die Reizschwelle ein anderes sein. Hierauf scheint der folgende Fall hinzudeuten. Ausserdem wird man sich erinnern müssen, dass, wenn Charpentier für einen Abschnitt der Retina von gewisser Grösse eine gewisse Feinheit des Sinnes für successive Beleuchtungsunterschiede fand, nicht daraus folgt, dass wenn man sich seine ganze übrige Retina ausser Function gesetzt dächte, jener restirende Abschnitt dann bei einer Prüfung des „successiven Lichtsinnes“ (wie bei der von mir beschriebenen) dieselbe Feinheit desselben zeigen würde wie bei der Prüfung von Charpentier, bei welcher die Contouren aufgefasst wurden, welche diesen beleuchteten Abschnitt der Retina von den nicht beleuchteten Abschnitten abgrenzten.

Es ist nur noch übrig, folgenden, oben berührten Fall, der ein unzweifelhaftes Interesse hat, mitzutheilen.

Patient No. 14. Atroph. n. opt. utr. S. o. d. < $^5/_{18}$. S. o. s. < $^5/_{60}$. Ausser dieser verschiedenen Sehschärfe ist hervorzuheben, dass sich ein grosser Unterschied zeigte in

der Ausdehnung der Gesichtsfelder, indem das rechte Auge, welches die beste S hatte, ein ausserordentlich kleines Gesichtsfeld im Vergleich mit dem linken besass. Das Gesichtsfeld desselben hatte nämlich in der Querrichtung nur einen Durchmesser von 13° bis 14°, in senkrechter Richtung nur von 9—10°, während das Gesichtsfeld des linken Auges in diesen Richtungen Durchmesser von resp. 60° und 45° hatte.

Der Patient wurde ungefähr in der Mitte des „dunklen" Zimmers aufgestellt mit dem Rücken gegen das Fenster und mit dem periscopischen Milchglas vor dem einen Auge, während das andere Auge verbunden war. Mit dem rechten Auge erkannte er nach Adaptation in ca. 20 Minuten die Beleuchtung eines Stearinlichtes (welches natürlicherweise grade vor ihm angebracht war) deutlich in einer Entfernung von 0,75 Meter, durchaus nicht in einer Entfernung von 1 Meter. Mit dem linken Auge erkannte er dagegen dasselbe noch deutlich in einer Entfernung von 3 Meter, garnicht bei 4 Meter. Das linke Auge ist also dem rechten weit überlegen: die Beleuchtung, welche von einem Stearinlicht auf das periscopische Milchglas bei einer Entfernung von 3 Meter fällt, ist 16 mal kleiner als die, welche auf dasselbe von einem Stearinlichte in einer Entfernung von 0,75 Meter fällt. Der Patient stand nicht auf demselben Fleck im Zimmer bei der Probe mit beiden Augen. Bei dem Versuch mit dem linken Auge, wobei das Stearinlicht am meisten entfernt werden musste, war es nämlich nothwendig, um dazu Platz zu schaffen, dass Patient näher an das Fenster herantrat, so dass er sogar nicht den Rücken demselben gerade zukehrte. Die Folge hiervon war, dass bei der Untersuchung des linken Auges bedeutend mehr von dem diffusen Tageslicht auf das Glas fiel als bei der Untersuchung des rechten Auges, allein es ist einleuchtend, dass dies eben bewirken wird, dass man eine geringere Entfernung des Stearinlichtes (eine stärkere Beleuchtung) bei der Untersuchung des linken Auges findet. Der gefundene Unterschied zwischen den Augen kann also in Wirklichkeit nur kleiner sein, als wenn diese Ungenauigkeit nicht vorhanden gewesen wäre.

Nach Aufstellung eines Stearinlichtes ½ Meter vor dem mit dem Glase versehenen Auge erkannte das rechte Auge die Beleuchtung eines andern Stearinlichtes deutlich in einer

Entfernung von 0,55 Meter, durchaus nicht bei 0,70 Meter, — das linke Auge deutlich bei 0,80 Meter, durchaus nicht bei 1 Meter. Der Beleuchtungsunterschied ist hierbei für das linke Auge ungefähr halb so gross als für das rechte Auge (wenn nur Rücksicht genommen wird auf die Beleuchtung der Stearinlichter). Bei dem vorhergehenden Versuche war der Unterschied zwischen den beiden Augen ja bedeutend grösser.

Wie grosse oder geringe Bedeutung man nun auch diesen Zahlen beilegt, so geht doch so viel aus denselben mit Sicherheit hervor, dass das linke Auge mit der Netzhaut in toto besseren Sinn für successive Beleuchtungsunterschiede hatte als das rechte. Mit einer bedeutend geringeren centralen S als das rechte hatte das linke Auge ein bedeutend grösseres Gesichtsfeld. Das erwähnte Resultat der Prüfung rührt offenbar von der verschiedenen Grösse der Gesichtsfelder her.

Ich weiss zwar, dass mein Material in mehrfacher Beziehung mangelhaft ist, es ist nur ein Anfang. Allein es scheint mir, dass doch dadurch Dinge von einigem Interesse gefunden sind, und ich hoffe daher, dass es als nicht unzeitig angesehen werden möchte, eine Darstellung derselben zu geben. Dadurch habe ich dann Gelegenheit gefunden, die Hauptrichtungen hervorzuheben, in welchen meiner Meinung nach die Untersuchungen über die Pathologie des Lichtsinnes zu gehen haben.

Präparatorische Iridectomie und antiseptische Behandlung.

Von

J. Jacobson sen.

Auf dem Gebiete der Staar-Extraction sind wir, sofern den neueren statistischen Angaben Glauben geschenkt werden kann, in den letzten Jahren ein Stück vorwärts gekommen, und zwar verdanken wir, wenn ich nicht irre, unsere Fortschritte den Chirurgen, von denen wir gelernt haben, dass die erste Bedingung für eine gute Wundheilung — abgesehen vorläufig von dem specifisch schädlichen Einflusse gewisser Mikroorganismen — die scrupulöseste Reinlichkeit sei.

Möglichst gute Lüftung des Zimmers, — Säuberung der Kleider und Hände des Operateurs, der Assistenten und des Wartepersonals, — Reinigung des Auges und seiner nächsten Umgebung von Staub, fremden Körpern, Secreten, — Entfernung aller den Instrumenten anhaftenden, übertragbaren Substanzen, — endlich sorgfältige Auswahl sicheren Verbandmaterials, — das sind in wenigen Jahren selbstverständliche, allgemein verbreitete Postulate geworden, von denen jeder Operateur in erster Reihe seine Erfolge abhängig macht.

Während man in früherer Zeit den Schwerpunkt in eine besonders fein ausgebildete Technik, in die zarteste, manuelle Behandlung und äusserste Schonung des kleinen Operationsgebietes verlegte, scheut man sich heute im Vertrauen auf den allmächtigen Schutz der Antisepsis vielleicht zu wenig, Löffel und Spatel in's Auge einzuführen, „die vordere Kammer mit desinficirenden Flüssigkeiten zu durchspülen" (Pflüger), verdächtige Wunden zu öffnen und mit verhältnissmässig starken Carbollösungen auszuwaschen.

Mag im einzelnen Falle auch zu weit gegangen sein, im Allgemeinen scheinen die Erfolge unzweifelhaft zu lehren, dass auch das Auge gröbere, länger dauernde Operationen gut verträgt, dass es auf Form, Grösse und Ort der Wunde wenig ankommt, wenn jede Infection sorgfältig vermieden wird, dass endlich die meisten, wenn nicht alle Wundeiterungen, über welche die Operateure aller Zeiten trotz tadellos ausgeführten Operationen sich zu beklagen hatten, in nichts Anderem, als in mangelnder Sauberkeit, ihre wesentlichste, vielleicht einzige Ursache gehabt haben.

Die Wundeiterungen, welche hierbei in Betracht kommen, kündigen sich schon in den ersten 24 Stunden nach der Operation an und führen in der Form des Ringabscesses zur Panophthalmitis; sie sind Folgen einer Infection während oder unmittelbar nach der Operation, die sich vermeiden lässt. Ob später auftretende, schleichende Wundeiterungen, die sich nach Einklemmung von Kapselzipfeln, Irispartieen oder Rindenstücken entwickeln, ebenfalls als durch Infection entstandene aufzufassen sind, mag dahingestellt bleiben; die Möglichkeit wird kaum bestritten werden können, wenn man zugiebt, dass dergleichen Wunden immer mehr oder weniger klaffen und deshalb den Eintritt von Mikroorganismen in's Innere des Auges auch mehrere Tage nach der Operation zulassen. —

Die Zuversicht, mit der wir heute grade die gefährlichsten Wundeiterungen einfach durch scrupulöse Reinlichkeit verhüten zu können glauben, legt es uns nahe, einen Rückblick auf die letzten Decennien, die so zahlreiche Veränderungen der Extractions-Methoden erzeugt haben, zu werfen und die Frage zu stellen, ob alle Mühe, alles Nachdenken damaliger Zeit verlorene Arbeit, ob all unsere scheinbaren Fortschritte eitle Täuschungen gewesen seien.

Die Antwort darf, glaube ich, für weitere Bestrebungen nicht entmuthigend ausfallen; denn, wie irrthümlich auch unsere Vorstellungen über den bleibenden Werth des Gewonnenen gewesen sein mögen, an der Thatsache, dass seit der Einführung der peripheren, linearen Extraction alle klinischen Berichte eine erhebliche Verminderung der Wundeiterungen und eine Verbesserung der Gesammtresultate ergeben haben, lässt sich nicht rütteln. Waren, was wir zur Ehre unserer Fachgenossen annehmen wollen und dürfen, die statistischen Angaben richtig, so bezeichneten sie einen bedeutenden Fortschritt der Operationsmethode.

Worin aber eigentlich dieser Fortschritt bestanden, ob die sclerale Lage, die lineare Gestalt des Schnittes und die breite Iridectomie, also alle drei Neuerungen, als Ursache der besseren Resultate anzusehen gewesen, ob man mit einem flachen, weniger peripheren Bogenschnitte, mit einer schmalen Iridectomie oder sogar ohne Iridectomie ebenso weit, ob man nicht vielleicht mit Fortlassung einer der drei „Verbesserungen" weiter gekommen wäre, darüber befinden wir uns in Ungewissheit.

Man hat die klinischen Versuche nicht nach einem gemeinschaftlichen Plane angestellt, jeder für sich variirte das Gegebene nach eigenem Ermessen: der Eine legte die Mitte des linearen Schnittes in die Cornea, der Andere behielt die sclerale Punction und Contrapunction bei, ging aber zur Bogenform über, wieder ein Anderer wählte die

durchsichtige Cornealgrenze zum Ein- und Ausstich, dann excidirte man ein kleines Irisstück und reponirte etwa Vorgefallenes, kurz eine Methode folgte der anderen, und für keine erreichte die Zahl der Einzelbeobachtungen eine hinreichende Grösse, um eine von Nebenumständen unabhängige Regel aufstellen zu können.

Wenn ich nach eigenen Erfahrungen, die seit etwa 15 Jahren nur mit Graefe's Linearschnitt gemacht sind, urtheilen soll, so steht derselbe hinter allen bisherigen Variirungen nicht zurück; denn die günstigsten, mir bekannt gewordenen Durchschnittsresultate anderer Operateure haben die meinigen nicht übertroffen. Ich möchte deshalb gegen ein in letzter Zeit öfter laut gewordenes Vorurtheil, als spreche man wohl noch von der linearen Extraction, führe sie aber, weil man die Nachtheile des streng peripheren Schnittes begriffen habe, nicht mehr aus, Protest erheben und mich in diesem Proteste auch nicht durch die Behauptungen derjenigen, die von der grösseren Häufigkeit der sympathischen Ophthalmie nach der Linear-Extraction als von etwas Erwiesenem reden, beirren lassen, so lange als das objectum comparationis, nämlich die Häufigkeit sympathischer Ophthalmien nach verunglückten Corneal-Extractionen, noch fehlt.

Haben wir mithin allen Grund, mit den practischen Erfolgen unserer Bemühungen um die Verbesserung der alten Extraction zufrieden zu sein, so dürfen wir vom wissenschaftlichen Standpunkte aus bedauern, dass die Frage nach den Gründen für die Vorzüge der linearen Extraction unbeantwortet geblieben, und dass wir zu keiner Gewissheit darüber gekommen sind, ob durch ein weniger extremes Abweichen von dem alten, in mancher Beziehung sehr vollkommenen Verfahren gleich gute oder noch bessere Resultate zu erreichen gewesen wären.

Auch von der Zukunft haben wir die Beseitigung dieser Zweifel nicht zu erwarten. Seitdem wir wissen,

dass die Heilungsverhältnisse der Wunden durch ein mehr weniger antiseptisches Verfahren, von dem wir zum Standpunkte der Unschuld nicht mehr zurückkehren werden, wesentlich umgestaltet worden, sind unsere Versuchsbedingungen gar nicht mehr die alten; welches auch die Resultate unserer weiteren Bestrebungen sein werden, nie werden wir schliessen dürfen, dass sie auch für eine Zeit Gültigkeit gehabt hätten, in der die Hoffnung auf ein vollkommen gefahrloses Operationsverfahren aufgegeben werden musste, weil es doch einmal feststand, dass ein gewisser Procentsatz complicirter Wunden der Eiterung nothwendig verfallen sei.

Eines aber könnten wir aus der jüngsten Vergangenheit lernen: dass jede fernere Vervollkommnung der Operations-Methode, wenn wir unser Heil nicht dem Zufall überlassen wollen, davon abhängig ist, dass wir die einzelnen Theile des complicirten Mechanismus auf ihre Zweckmässigkeit untersuchen und an jeder uns plausibel erscheinenden Veränderung der Technik so lange festhalten, bis wir durch eine hinreichend grosse Zahl von Erfahrungen über ihren Werth oder Unwerth belehrt sein werden. — Durch gleichzeitige Arbeit verschiedener Forscher könnte, wenn nur alle über die Versuchsmethode übereingekommen und streng nach derselben ohne eigne Zuthaten zu verfahren geneigt wären, über so manche seit Jahren schwebende Frage eine schnelle und sichere Entscheidung herbeigeführt werden.

Wenn wir das Ideal einer Extraction in der vollkommenen Entfernung des Staars und der Herstellung einer reinen Wunde erblicken, so muss zugegeben werden, dass die neueste Zeit, ohne das Problem ganz zu lösen, einige bemerkenswerthe Bestrebungen nach dieser Richtung hin aufzuweisen hat. Pagenstecher's Extraction in der Kapsel ist nur für einige Staarformen anwendbar, die Indication für den individuellen Fall ist nicht immer

sicher zu stellen, auch scheint, im Widerspruch mit den bisher bekannten Versuchen, die Gefahr der Infection durch das Klaffen der Wunde vergrössert. Durch Knapp's neueste Methode der Kapselspaltung habe ich, womit natürlich der positive Werth seiner Beobachtungen nicht verringert werden soll, das Einheilen von Kapselzipfeln in die Wunde nicht immer verhindern können. Die Herstellung eines ganz unblutigen Schnittes dürfte noch am ehesten zu erreichen sein, wenn de Wecker's letzter Lappenschnitt sich ohne Conjunctival-Lappen in genügender Grösse für einen leichten Linsendurchtritt herstellen liesse. Mit all diesen Verbesserungen haben wir, wie es scheint, einen glücklichen Griff gethan, das Versuchsstadium aber noch nicht überschritten.

Nur eine Modification des alten Verfahrens, welche die Leiden der Kranken abkürzt und ihre Aussichten auf ein gutes Sehvermögen bessert, können wir jetzt schon als einen gesicherten Gewinn ansprechen, nämlich die sogenannte praeparatorische Iridectomie. Man hat ihren Werth durch die Behauptung, dass gewisse, ganz besonders vorzügliche Operationsverfahren auch die reine Extraction unreifer Cataracten ermöglichen, herabzusetzen gesucht. Dergleichen Reclamen, wenn sie auch stets einige Gläubige finden, sind nicht ernst zu nehmen. Thatsächlich steht fest, dass wir bis vor Kurzem halb Erblindete viele Monate, selbst einige Jahre auf fremde Hülfe angewiesen lassen mussten, während wir jetzt durch die Iridectomie in den Stand gesetzt sind, ihnen nach 3 Monaten eine gute Aussicht auf Sehvermögen zu eröffnen. Hierin liegt der grosse, wenn auch nicht der ganze Werth der Operation.

Bekanntlich war Mooren der Erste, der nach beiläufig von Graefe hingeworfenen Bemerkungen vorschlug, jeder Extraction eine Iridectomie voranzuschicken, um die Gefahren der Hornhauteiterung zu vermindern. Von dem

Einflusse der Operation auf die Beschaffenheit einer unreifen Cataract hatte man damals keine Ahnung. Erst später überzeugte man sich, dass manche Cataracta incipiens oder provectior unmittelbar nach der Iridectomie rasch zur Reife vorschreite, und versuchte, diese Beobachtung für gewisse, langsam reifende Cataracten anstatt der unzuverlässigen und nicht ganz gefahrlosen Discision zu verwerthen.

Eine Erklärung der Thatsache und gleichzeitig eine Erweiterung des Operationsverfahrens verdanken wir Foerster. Er hat uns gelehrt, dass es leicht gelinge, nach beendeter Iridectomie durch Druck auf die Cornea mit einem Schielhaken die vordere Corticalis zwischen Kern und der geschlossenen Kapsel zu verschieben, zu zertrümmern, vor Allem zu trüben, also die unreife Cataract in eine schnell reifende zu verwandeln. Auf gleiche Weise glaubte er, dass die nach Abfluss des Kammerwassers beim Vorrücken entstehende Formveränderung der Linse eine Lockerung des Zusammenhanges zwischen getrübten und ungetrübten Linsenfasern bewirke und so den Zerfall der Corticalschicht beschleunige.

Mit Foerster's Operation habe ich nicht viel Glück gehabt. In einigen Fällen, namentlich bei alten Leuten, kam es zu einer stürmischen Quellung der Corticalis in der geschlossenen Kapsel, die Iris wurde stark nach vorn gedrängt, es entwickelte sich Iritis mit multipler Synechie, es gelang nicht immer, den Pupillarrand durch Atropin frei zu machen, und erst nach einigen Wochen wurde das Auge unter Herstellung einer flachen, vorderen Kammer entzündungsfrei. Als dauerndes Residuum blieb ausser der Verwachsung des Pupillarrandes eine Verdickung der vorderen Kapsel. Ich bezweifle keinen Augenblick, dass diese üblen Zufälle nicht mit Nothwendigkeit der Methode anhaften, glaube vielmehr, dass der Vorwurf der Ungeschicklichkeit den Operirenden trifft, aber immer-

hin wäre es misslich, wenn Viele eine längere Uebungszeit am Lebenden durchmachen müssten, ehe sie soweit kämen, für den individuellen Fall den angemessenen Druck zu finden.

Auch der rein mechanischen Lehre bin ich noch nicht in der Lage, mich unbedingt anzuschliessen. Wenn ich mir auch vorbehalten muss, auf die verschiedenen Formen der Linsentrübung nach der Iridectomie später zurückzukommen, so glaube ich doch, jetzt schon auf gewisse Folgezustände, deren übrigens zum Theil auch Foerster erwähnt, als auf nicht zufällige, sondern der Operation adhaerirende aufmerksam machen zu dürfen: 1) die Trübung der Katarakt kommt auch in tiefer Narcose zu Stande, wenn die Cornea einsinkt, also von einem erheblichen Vorrücken der Linse nicht die Rede sein kann, 2) eine deutliche Trübung wird weder bei der durchsichtigen Linse*), noch bei der Kataracta zonularis beobachtet, selbst, wenn zwischen der getrübten Schicht und der vorderen Kapsel Rindenstreifen vorhanden sind, 3) bei hinteren Polarstaaren hat die Iridectomie in der Regel nicht den gewünschten Erfolg, dagegen ist 4) eine schnelle Reifung nahezu gesichert, wenn nur eine dünne Corticalschicht zwischen der Katarakt und der vorderen Kapsel durchsichtig, oder die ganze vordere Rindenschicht von getrennten Trübungsstreifen durchsetzt ist.

---

*) Nur in einem Falle (Glaucoma simplex mit S = $^{20}/_{30}$ und vereinzelten Corticalstreifen an der Peripherie) sah ich 24 Stunden nach der Operation eine starke Kammerblutung vollständig resorbirt, aber die der vorderen und hinteren Kapsel adhärirende Corticalschicht so vollständig milchig getrübt (ohne Fasern und Sectoren), dass das Sehvermögen fast aufgehoben war. Der Zustand blieb mehrere Jahre bis zum Tode der Kranken unverändert. Versuche, das Blut durch Druck zu entfernen, waren nicht gemacht worden, vielmehr wurde das Auge der starken Blutung wegen sofort geschlossen und unter Eis gehalten.

Ausser diesen verschiedenen Reactionen der Linse gegen die Iridectomie zeigt sich auch ein verschiedenes Verhalten der Iris und des Corpus ciliare gegen die quellende Corticalis. Ich möchte letzteres, weil es nicht immer im Verhältniss zu dem Grade der Quellung zu stehen scheint, für abhängig von dem Zustande der Iris und des Corpus ciliare ansehen. In seltenen Fällen nämlich entwickelt sich die Trübung kaum merklich und langsam fortschreitend ohne sichtbare Veränderungen in den Nachbargebilden und an der Oberfläche des Auges, — sehr viel häufiger zerfällt die Rinde schon in den ersten 24 Stunden unter starker Schwellung in mehr weniger deutlich gezeichnete Sectoren. Dabei bleibt ausnahmsweise die Iris und das pericorneale Gefässsystem unverändert, öfter entsteht eine leichte, pericorneale Injection, etwas Trübung der Cornea und des Kammerwassers, diffuse Verfärbung der Iris mit Verlöthung des Pupillarrandes und starker Resistenz gegen Atropin; — endlich sieht man von vornherein das Bild der acuten Iridochorioiditis (Schmerz und Hitzegefühl im Auge, für den Tastsinn erhöhte Temperatur, leichtes Oedem des oberen Augenlides, Injection und seröse Chemosis, starke Trübung des Kammerwassers mit mehr weniger blutig tingirten Niederschlägen auf dem Boden der vorderen Kammer, Verfärbung der Iris und Verwachsung des Pupillarrandes). In solchen Fällen kann ausnahmsweise eine geringe Verdickung der Kapsel mit einigen Synechien zurückbleiben.

Wenn ich trotz all diesen Zufällen als überzeugter Vertheidiger der präparatorischen Iridectomie auftrete, so muss ich selbstverständlich die Erfahrung gemacht haben, dass jede Reaction, wie lebhaft sie auch sein mag, bei einer wenig eingreifenden Behandlung (Atropin, laue und warme Umschläge) sich zurückbildet, und dass die nachfolgende Extraction gut verläuft. Letzteres bestätigen meine bisherigen Erfahrungen in überraschendem Maasse.

Weniger günstigen Erfolgen anderer Operateure möchte ich nicht eher eine Bedeutung beilegen, ehe ich weiss, ob man zwischen der Iridectomie und Extraction genug Zeit hat vergehen lassen, und ob bei der Reinigung der Instrumente nach derselben oder einer gleich wirksamen Methode verfahren worden, wie diejenige ist, die weiter unten genau beschrieben werden soll.

Seit fast 6 Jahren habe ich eine Anzahl reifer und unreifer Katarakten à deux temps operirt. Von den letzten $2^1/_2$ Jahren gebe ich genaue Zahlen, über die ersten 3 Jahre könnte ich aus unzuverlässig geführten Journalen nur werthlose Angaben machen. Auf die letzten $2^1/_2$ Jahre fallen 54 Operationen, die Gesammtzahl in 6 Jahren veranschlage ich sicher zu niedrig, wenn ich sie auf 100 taxire. Verloren gingen 2 Augen und zwar beide durch Infection, ein Verlust durch Iridocyclitis oder eine Sehschärfe unter $^1/_{10}$ ist nicht vorgekommen, dagegen haben sich Sehschärfen $^{20}/_{30}$ und $^{20}/_{20}$ wesentlich vermehrt, was zu Gunsten der Unschädlichkeit eines grossen Coloboms nach oben für die centrale Sehschärfe angeführt werden mag.

Von den beiden unglücklichen Ausgängen wurde der erste bei einem stumpfsinnigen Greise beobachtet, der sich seiner Harthörigkeit wegen zur Verständigung und seiner mannigfachen, ungewöhnlichen Bedürfnisse wegen zu Dienstleistungen eine eigene Wärterin mitgebracht hatte: Das linke Auge war phthisisch, das rechte, kataraktöse, litt an chronischer Blennorrhoe des Thränensacks und unheilbarem Ectropium senile palpebrae inferioris. Nachdem die Secretion soweit beseitigt war, dass sich unter einem in 24 Stunden nicht gelüfteten Druckverbande kein Secret mehr ansammelte, wurde die Iridectomie ausgeführt. Verlauf normal. Drei Monate später folgte die Extraction. Schon am Abende des Operationstages ist der Conjunctival-Lappen über den Wund-

rändern injicirt und geschwollen, in der Cornea nächst der Wunde eine diffus graue Trübung sichtbar; im weiteren Verlaufe bildet sich unter lauen Umschlägen mit zweiprocentiger Carbolsäure die Trübung des Lappens zurück, aber von der Wunde aus schiebt sich ein gelbliches Exsudat in das Colobom und schliesst allmälig die ganze Pupille. Nach einem kaum vierzehntägigen, schmerzlosen Krankenlager verlässt der Patient auf sein dringendes Verlangen die Klinik mit mässig injicirtem Augapfel, klarer Cornea und humor aqueus, vollkommen geschlossener Pupille und gutem Lichtschein ohne Zeichen von Phthisis bulbi. Er hat sich nicht wieder sehen lassen.

Der zweite Patient ist ein gesunder, sehr kräftiger Mann von etwa 40 Jahren, dem wegen einer Kataracta immatura präparatorische Iridectomie gemacht war. Die Corticalis war sofort in breitblättrige, stark reflectirende, weisse Sectoren, die bis an die vordere Kapsel reichten, zerfallen. Nach drei Monaten war die Kataract vollkommen reif, der gelbe Kern nur bei seitlicher Beleuchtung sichtbar. Prognosis optima. Die Operation verlief tadellos, der Austritt der ganzen Linse durch einen breiten Linearschnitt erfolgte gleichzeitig, keine Spur von Corticalis war in der glänzend schwarzen Pupille sichtbar. Gegen Abend klagte der Kranke über Schmerzen. Nach Abnahme des Verbandes zeigte sich das obere Lid ödematös, — reichlicher Thränenfluss, — der ganze Augapfel stark injicirt, — Chemosis am unteren Cornealrande, — Cornea und Kammerwasser trübe, — der Conjunctivallappen dick, gerunzelt, — kurz das ausgesprochene Bild der Entzündung durch Wund-Infection. Am 3. Tage Ring-Abscess, in der vorderen Kammer Eiter, bald darauf Protrusio bulbi etc. Die Enucleatio wurde ausgeführt, sobald die Einwilligung des Kranken erreicht werden konnte. Bei genaueren Nachforschungen nach möglichen Ursachen der Infection stellte sich Folgendes heraus: man hatte die

für die Extraction angesetzte Stunde vergessen und in der Eile (etwa 5 Minuten vorher) die Instrumente in schwache Carbolsäure gelegt. So waren sie, kaum oberflächlich gereinigt, ohne mein Wissen von mir gebraucht worden. Ich bin der festen Ueberzeugung, dass der unglückliche Ausgang der Operation nur durch unsaubere Instrumente herbeigeführt worden ist. Bewiesen kann dergleichen nicht werden. Vielleicht spricht die folgende, kurze Skizze für die Wahrscheinlichkeit meiner Ueberzeugung.

Frau v. W., 56 Jahre alt, wird in die Klinik wegen Glaucoma acutum oculi dextri, das seit 48 Stunden besteht, aufgenommen. Am Tage nach der Aufnahme Iridectomie in tiefer Narcose. Kleines, bis an den Scleralrand reichendes Colobom (wegen enger, vorderer Kammer), keine Blutung. In den ersten Tagen fliesst der Humor aqueus mehrmals aus, dann schliesst sich die Wunde, im Uebrigen ist der Verlauf der Heilung nach Wunsch, einige Synechien bleiben, weil ich damals noch den energischen Atropingebrauch fürchtete, ungelöst, aber der Druck wird normal, S = 1. — Während die Kranke noch das Bett hütet, erkrankt auch das linke Auge an acutem Glaucom. Eserin, am folgenden Tage Iridectomie. Die Operation verläuft über alles Erwarten gut, keine Blutung, 60° breites, schwarzes Colobom mit divergirenden Schenkeln. Abends Schmerzen, an der Wunde die ersten Infectionszeichen, die, der damals üblichen Behandlungsweise trotzend, unaufhaltsam fortschreiten, — die Cornea bleibt klar, aber von der Wunde aus wuchert eine gelbe Exsudatmasse in das Colobom und in die Pupille, bald zeigt sich Theilnahme des Corpus ciliare an der Schmerzhaftigkeit auf Druck, der Bulbus wird weich und eckig, die Cornea vascularisirt, keine Spur von quantitativer Lichtempfindung. — Zur Enucleatio bulbi war die Kranke nicht zu bewegen. Sie stellte sich, als rechts schon Ophthalmia sympathica

ausgebrochen war und verlor trotz Enucleation und den energischsten, andauernden Behandlungsversuchen auch das wieder gewonnene, erste Auge. Endausgang: totale Erblindung. Bei der Untersuchung des enucleirten Auges (Vossius) fand sich von der Wunde aus im ganzen panophthalmitischen Auge eine Menge Mikrococcen. — Als Ursache der Infection ergab sich Folgendes: Kurz vor dem Einstechen der Lanze war mir ihre etwas gebogene Spitze aufgefallen. Ich verlangte ein anderes Instrument. Da man aber nur eine Lanze in die Desinfectionsflüssigkeit eingelegt hatte, gab man mir schnell eine andere, ohne sie abzuwischen, geschweige denn zu desinficiren, unmittelbar aus einem Etui. — Der Leser wird mir zugeben, dass das Zusammentreffen von Panophthalmitis nach gut gelungener Iridectomie mit den jedenfalls ungenügenden Massregeln zur Reinigung der Instrumente die Annahme einer causalen Beziehung sehr nahe legt.*)

Von allen mit präparatorischer Iridectomie operirten Augen ist also das eine durch Infection von einer unheilbar secernirenden Conjunctiva resp. Thränensackschleimhaut, das andere an Infection durch ein schlecht gereinigtes Instrument zu Grunde gegangen, während im Uebrigen die Sehschärfen gestiegen, cyclitische Processe nicht vorgekommen sind, — ein Resultat, das ich mit keiner der bis dahin geübten Operationsmethoden erreicht hatte.

Ueberblicke ich die Resultate einer dreissigjährigen, operativen Praxis, in der consistente Staarformen — abgesehen von zwei Reclinationen — nur durch Extraction beseitigt worden sind, so fallen auf die ersten 10 Jahre

*) Aehnliche Unglücksfälle theilt unser College Georges Martin in der Gazette odd'hthalmologie 1884 No. 4 mit und kommt zu gleichen Schlüssen. Ich glaube, dass die sehr instructiven Krankheitsgeschichten und Bemerkungen alle Beachtung verdienen.

der alten, classischen Extraction ungefähr 10 Procent Verluste*). Nach einem Dutzend guter Erfolge stellte sich die Furcht vor der unerklärlichen und unvermeidlichen Suppuratio corneae ein, aber oft ging's noch eine Weile gut, bis mehrere Misserfolge kurz nach einander die gute Statistik verdarben (wahrscheinlich waren mehrere Operationen mit einem und demselben inficirten Instrumente ausgeführt worden). — Im Jahre 1862 erstaunte ich nicht wenig, als ich unter 100 peripheren Lappen-Extractionen nur über 2 Suppurationen zu berichten hatte. Was ich damals von dem Scleralschnitte behauptete, dass er weniger leicht zur Eiterung disponire, als der corneale, habe ich nach den heute gültigen Anschauungen dahin zu modificiren, dass sclerale Wunden weniger leicht, als corneale, inficirt werden, — eine Ansicht, der sich auch der enragirteste Vertheidiger der Cornealschnitte mit Rücksicht auf die Häufigkeit des Ulcus serpens anschliessen könnte. In der That giebt es doch keinen Theil des Auges, der durch

---

*) Sauvage hat soeben (Recueil d'ophthalmologie 1884 p. 142) in einer sehr objectiven historischen Skizze die neueren Variationen der Extraction einer sachverständigen Kritik unterworfen, in der er sich denjenigen zuneigt, die von dem linearen Schnitt und der Iridectomie zur alten, klassischen, französischen Extraction zurückkehren wollen. Ich nehme keinen Anstand zu erklären, dass die Sache des Versuches werth sei; denn an Vollkommenheit der günstigen Resultate übertrifft Daviel's Methode unzweifelhaft alle anderen. Vergessen aber darf nicht werden, was alle Autoren übereinstimmend historisch festgestellt haben, dass damals die Extraction eine verhältnissmässig grosse Zahl Opfer forderte. Die periphere (lineare) Extraction hat ihre Aufgabe, die Zahl dieser Opfer einzuschränken, erfüllt und Daviel's glänzende Erfindung mit Recht verdrängt. Sollte sich herausstellen, dass bei der jetzt üblichen, sogenannten antiseptischen Behandlung der alte Bogenschnitt ohne Iridectomie seine Gefahren verliert, so würde man unzweifelhaft zu ihm zurückkehren müssen. Ihn mit den früheren Anschauungen über Reinigung der Instrumente, Verbände, Nachbehandlung etc. aufzunehmen, wäre ein Anachronismus, denn in dieser Gesellschaft ist er historisch gerichtet und durch bessere Methoden verdrängt worden.

die Mikroorganismen des Thränensackeiters so leicht und deletär afficirt würde, als die Cornea! Seit der Einführung des peripheren Lappens, von dem ich dann zu Graefe's peripherem Linearschnitte überging, schwankte die Zahl der Verluste zwischen 3 und 5 Procent. Selbst zu den Resultaten Gayet's, der auf dem Pariser Congresse glücklicheren Operateuren gegenüber bescheiden gesteht: „Je n'ai jamais opéré plus de 53 cas sans avoir un accident grave", habe ich's nicht gebracht; zwischen 30 und 40 pflegte in den glücklichsten Perioden der ominöse Fall zu liegen, der alle Illusionen über die Vortrefflichkeit irgend einer neuen Modification begrub. Seit 2 Jahren ist es anders geworden. Unter 137 Extractionen*) jeder Art, complicirt und nicht complicirt, hat es keine Suppuration, keine Phthisis mehr gegeben, und die Zahl der guten Sehschärfen hat sich erheblich vermehrt. Handelte es sich nicht nur um ein Spiel des Zufalles, was ja auch bei der Zahl 137 noch leicht sein kann, so war es für mich nicht schwer, die Ursache zu finden; denn im Wesentlichen hatte ich mein altes Verfahren beibehalten und, wie sich zeigen wird, nur zwei Modificationen eingeführt.

Schon seit der Eröffnung unserer Universitätsklinik im Mai 1877 habe ich, wie aus meinem Berichte hervorgeht, nicht nur für die Operationen, sondern für alle Waschungen des Auges das gewöhnliche Wasser durch ein- bis zweiprocentige Carbolsäure, für den Verband die Charpie durch Verbandwatte ersetzt. Mag man den Infections-Theorien noch so abhold sein, es bleibt unerklärlich, warum Einer und der Andere, der grosser Sauberkeit das Wort redet, doch das Wasser den sogenannten desinficirenden Flüssigkeiten vorziehen kann; denn so viel

*) Dabei sind die Extractionen mit präparatorischer Iridectomie nicht mitgezählt. Im Ganzen werden in der Klinik im Jahre durchschnittlich 100 Extractionen gemacht.

wird unbedingt zugegeben werden müssen, dass es schwerer ist, reines Wasser, als reine Desinfectionsflüssigkeit in grossen Quantitäten und zu jeder Zeit bereit zu halten.

An den zahlreichen Parallelversuchen mit verschiedenen desinficirenden Substanzen habe ich wegen Mangels an hinreichendem Material für Beantwortung so umfassender Fragen nicht Theil genommen. Zu der Carbolsäure ist die vierprocentige Borsäure als ein des geringen Preises und der Schmerzlosigkeit wegen sehr empfehlenswerthes Waschwasser für's Auge hinzugekommen; schwache Sublimat-Lösungen sollen nächstens an die Stelle der Carbolsäure treten. Auf die Auswahl unter diesen Substanzen scheint mir vorläufig noch zu viel Werth gelegt zu sein, namentlich verdient der Salicylverband anderen gegenüber gewiss die übermässige Anpreisung nicht, die ihm seit dem Londoner Congress weniger durch Horner selbst, als durch einige enthusiastische Nachbeter zu Theil geworden. Ein Blick auf die experimentellen Resultate über die Wirksamkeit der Desinfection lehrt uns sofort, wie wenig dieselben vorläufig mit den alltäglichen therapeutischen Erfahrungen in Einklang zu bringen sind. Ich glaube, dass eine vollständige und dauernde Desinfection des Auges seiner Lage und seiner Nachbarschaft wegen auf keine Weise zu erzielen ist, und dass es genügt, wenn wir vor der Operation mit einer der gebräuchlichen Lösungen die Augenlider und den Conjunctivalsack gehörig auswaschen, während derselben die Oberfläche des Auges und besonders die Wunde selbst bespülen. Der Beweis für die Superiorität eines dieser Mittel ist noch zu erbringen; vorläufig scheinen mit allen annähernd gleich gute Resultate erzielt worden zu sein.

Anders aber steht es mit der Reinigung der Instrumente, und das ist der Punkt, in dem ich mein bisheriges Verfahren seit 2 Jahren modificirt habe, dem ich meine Erfolge zuschreibe. Ich glaube, dass es hier

viel auf ein Mehr oder Weniger und auch viel auf die Art und Weise ankommt. Eine Stunde vor dem Beginn der Operation liegen meine Instrumente in zweiprocentiger Carbolsäure, etwa 5 Minuten vor der Operation werden diejenigen, die in's Innere des Auges eingeführt werden, mit absolutem Alkohol gehörig abgewaschen, dann abgetrocknet und wieder in zweiprocentige Carbolsäure gelegt. Aus dieser nehme ich sie nass heraus und führe sie, ohne weiter zu trocknen oder abzuwischen, in's Auge. Dass ich unter ca. 200 Augen keines verloren habe, bei dem diese Vorsichtsmassregel beobachtet worden ist, dass die Suppuratio post extractionem sich auf Fälle beschränkt hat, in dem man diese Vorsicht versäumt hat, war bestimmend für die Publication meines Verfahrens, das keineswegs Anspruch auf Neuheit macht, sondern nur auf den Werth von schon Bekanntem aufmerksam machen soll.

Um in Kürze die Schutzmassregeln, durch die wir die Eiterung der Extractionswunden zu verhindern hoffen, zusammenzufassen, es sind ausser der oben beschriebenen Reinigung der Instrumente folgende: Das frisch bezogene Bett des Kranken und seine Umgebung wird kurz vor der Operation unter Carbol-Spray gesetzt, — dem durch ein Bad gereinigten Kranken wird zwei Tage vor der Operation das Auge 24 Stunden lang verbunden, um zu sehen, ob sich Secret unter den geschlossenen Lidern ansammelt, Tags vorher werden der Conjunctivalsack, die Lider und die benachbarte Haut fleissig mit vierprocentiger Borsäure gewaschen, eben so am Morgen des Operationstages: eine Stunde vor der Operation wird ein in Borsäure getauchtes Stück Verbandwatte auf's Auge gelegt und bleibt so bis zur Operation liegen, — Operateur, Assistenten, Wartepersonal reinigen sich in der bekannten, von den Chirurgen übernommenen Art und Weise. Bei der Operation wird weder Leinenzeug, noch ein Schwamm, sondern nur in Borsäure liegende Verbandwatte gebraucht; mit ihr wird

zwischen den einzelnen Operationsacten die Oberfläche des Auges und besonders die Wundgegend bespült, werden Coagula, soweit nicht die Irispincette helfen muss, entfernt. Die Operation unter Spray auszuführen, habe ich keine Veranlassung gehabt.*) Nach Beendigung der Operation wird auf die Wunde ihrer ganzen Breite nach Jodoform aufgestreut. Ob dasselbe eine desinficirende Wirkung hat, wird bezweifelt, aber dass es ohne Nachtheil für die Wunde dieselbe verklebt und also gegen das Eindringen schädlicher Substanzen abschliessen kann, davon wird sich bei einiger Aufmerksamkeit auf die Wundheilung jeder leicht überzeugen.**) Der Verband wird früh nur gelüftet, wenn die Beschwerden des Kranken auf eine Ansammlung von Thränen hinweisen, um diese abfliessen zu lassen, sonst nach 24 Stunden zum ersten Mal gewechselt (Spray scheint überflüssig), erst nach 3 Tagen wird das Auge genau untersucht. Die Wunde zu öffnen habe ich im letzten Jahre keinen Grund gehabt. Die Nachbehandlung besteht bei nicht zu alten, nicht zu decrepiden Leuten im Auflegen eines Eisbeutels auf den durchnässten Verband, — gegen iritische Erscheinungen hat mir Atropin und laue Umschläge gute Dienste geleistet, — bei sehr reichlicher, plastischer Exsudation würde ich nach früheren

*) Nur bei der Enucleation wende ich nach der Ablösung der Muskeln bis zum Ende des Verbandes den Carbolspray an. Seitdem habe ich keine meningitischen Erscheinungen mehr gesehen.

**) Galezowski erwartet einen guten Verschluss von der Iris und wendet sich deshalb von der Iridectomie ab. „L'iris, laissé sur place, double les bords de la plaie et empêche l'évacuation de l'humeur aqueuse, par suite la coaptation de la plaie se fait plus facilement et les accidents inflammatoires sont évités." (Recueil 1883 p. 109.) Wenn nur die Mittheilungen über den Abfluss des Humor aqueus nach der Extraction nicht aus einer Zeit stammten, in der es noch keinem Operateur eingefallen war, die Iris zu excidiren! (cfr. Arlt u. A.)

Erfahrungen auf Calomel und Inunctionen nicht verzichten wollen.

Auf neuere Operationsmethoden einzugehen, habe ich unterlassen. Mit theoretischen Einwänden und Empfehlungen ist wenig genutzt, die Entscheidung liegt schliesslich doch allein in einer grossen Zahl vorurtheilslos geprüfter Resultate, und der Einzelne kann zufrieden sein, wenn er wenigstens das zur Beurtheilung einer Methode nöthige Material sammeln kann. Meiner Meinung nach ist für alle Extractions-Verfahren bis zum Daviel'schen zurück von Neuem festzustellen, was dieselben unter den nöthigen, antiseptischen Cautelen leisten. Für die periphere Linear-Extraction sollen meine Zahlen einen Beitrag liefern, dessen Nachprüfung an einem viel grösseren Material erst entscheiden würde, ob endlich das Ziel einer gefahrlosen Operationsmethode erreicht sei.

Nur über einen vielfach discutirten Punkt glaube ich aus eigenem Material allein eine Entscheidung herbeiführen zu können, nämlich über die Zulässigkeit des Chloroforms. Seit 22 Jahren wird von mir jede Operation, wenn nicht etwa der Kranke Widerspruch erhebt, unter Chloroform ausgeführt; ich bleibe weit hinter der wirklichen Höhe der Zahl zurück, wenn ich die Gesammtmenge der Operationen auf 15,000, die der Extractionen auf 1500 schätze. Wenn unter einer solchen, über einen langen Zeitraum vertheilten Fülle von Narcosen kein von ihnen abhängiger Todesfall, kein nachtheiliger Einfluss auf den Verlauf der Wundheilung zur Beobachtung gekommen ist, so dürfte durch Thatsachen endlich gegnerischen, theoretischen Declamationen der Boden entzogen sein. Einwände, die etwa chirurgischen Erfahrungen entnommen wären, liessen sich leicht durch den Hinweis darauf widerlegen, dass die Ophthalmologen es immer nur mit Operationen von sehr kurzer Dauer an meist gesunden Menschen und niemals nachträglich mit langen Krankenlagern, Wundeiterungen u. dgl.

zu thun haben. Einzig und allein der plötzliche Collaps und Tod nach kleinen Dosen könnte, wenn er nicht so sehr selten wäre, unseren Gegnern eine Waffe in die Hand geben, gegen die wir uns allerdings widerstandslos ergeben müssten.

Wenn wir, abweichend von früheren Discussionen desselben Gegenstandes, die eigentliche Operationstechnik in den Hintergrund gestellt und den Schwerpunkt der Frage vorläufig auf ein anderes Gebiet verlegt haben, so befinden wir uns in einem scheinbaren Widerspruche mit unserer eigenen Empfehlung der praeparatorischen Iridectomie und das um so mehr, als sich in der Statistik unserer in einer Sitzung ausgeführten Extractionen nicht eine einzige Wundeiterung verzeichnet findet.

Der Widerspruch ist sofort gehoben, wenn wir uns daran erinnern, dass ein Nutzen der Iridectomie, nämlich die Beschleunigung der Cataractreife, die wahrlich für viele Kranke nicht gering anzuschlagen ist, in die Zeit vor der Operation fällt. Damit aber sind die Vorzüge dieser nach so vielen Richtungen wirksamen Operation nicht erschöpft. Ich glaube vielmehr nach Allem, was ich bisher erfahren habe, dass die Wundheilung in praeparatorisch iridectomirten Augen leichter verläuft, dass Iritiden seltener sind und nie einen hohen Grad erreichen, dass deshalb die Kapsel durchschnittlich klarer bleibt.

Diese günstigen Erscheinungen würden sich leicht erklären, wenn man zugäbe, dass bei der alten Methode die Einklemmung kleiner Iristrümmer oder des peripheren Irissaumes in die Wunde, auch wenn man die Sphincterecken noch so gut reponirte, nicht sicher zu vermeiden ist, dass Blutungen während und nach der Iridectomie nicht gar zu selten, und dass Blut-Coagula in der Wunde und im Pupillargebiete, wenn auch nicht grade gefährlich, so doch keineswegs willkommen sind, dass endlich der Linsendurchtritt für sich allein eine geringere Wund-

reizung setzt, als der Linsendurchtritt und das Auspräpariren der prolabirten Iris aus der Tiefe des Wundkanales zusammen. *)

Damit würden wir die Zerlegung der Operation in zwei Theile — vorausgesetzt, dass man die völlige Reizlosigkeit der ersten Narbe abwartet und nicht früher, als drei Monate nach der Iridectomie extrahirt, — als ein willkommenes Mittel ansehen, um reinere und vollkommner schliessende Wunden zu schaffen, Blutcoagula in der Wunde und im Pupillargebiete möglichst zu vermeiden und die an den Wundrändern der Iris unvermeidliche Reaction, sowie Reizungen durch zurückbleibende, minimale Irisfetzen herabzusetzen oder zu eliminiren, und könnten die Erklärung für die Vorzüge, welche das jetzige Extractionsverfahren vor den bisherigen nach einer nicht zu kleinen Zahl von Erfahrungen zu haben scheint, dahin zusammenfassen:

> „Die praeparatorische Iridectomie verkürzt die Zeit der fortschreitenden Erblindung vor der Staarreife, erleichtert die eigentliche Extraction und vermindert das Trauma direct dadurch, dass sie den vielleicht eingreifendsten Act der Operation

---

*) Nur in diesem Sinn, glaube ich, kann man mit Recht davon sprechen, dass eine vorangeschickte Iridectomie gewissen Wundentzündungen vorbeugt. Galezowski als Gegner der mit Iridectomie verbundenen Extraction beruft sich auf Eiterungen nach präparatorischen Iridectomien: „il a observé deux cas où l'iridectomie avait pré-atablement été pratiquée un ou deux ans avant l'extraction du cristallin et malgré cette précaution il a eu une panophthalmite. C'était pour lui la meilleure des preuves que l'iridectomie ne prévenait en rien les accidents inflammatoires." (Recueil 1883, p. 108.) Wer die Panophthalmitis nach der Extraction als Folge einer septischen Wundinfection auffasst, wird aus diesem Zusammentreffen ein Argument gegen die Iridectomie nicht herleiten können. Gegen ein schmutziges Messer, einen unreinen Schwamm u. dgl. haben wir von der Iridectomie keinen Schutz zu erwarten.

vorher absolvirt, indirect dadurch, dass sie eine reinere, weniger klaffende Wunde setzt und Entzündungen durch Irisreste und Blutcoagula vorbeugt, —

die sorgfältige Reinigung der Instrumente mit Alcohol absolutus und Carbolsäure, der Ersatz des Wassers durch desinficirende Flüssigkeiten, der Charpie und Schwämme durch Verbandwatte in Verbindung mit den allgemein bekannten, chirurgischen Cautelen verhindert eine Infection der Wunde so weit, als es bei der eigenthümlichen Lage des Auges und seiner Nachbarschaft vorläufig möglich ist, —

das Jodoform verklebt die Wundränder, hemmt das Eindringen fremder Körper und verhindert den Abfluss des Humor aqueus."

Mögen alle diese Aufgaben, noch ehe unsere kleine Abhandlung in die Oeffentlichkeit tritt, von unserer auf chirurgischem Gebiete so eminent productiven Zeit vollständiger und besser gelöst werden, immerhin wird der Uebertragung moderner, chirurgischer Principien auf ophthalmologisches Gebiet in Verbindung mit der praeparatorischen Iridectomie als einem wichtigen Fortschritte in der Extractionslehre die gebührende Anerkennung nicht versagt werden.

Antwort auf Dr. L. de Wecker's „Entgegnung".

Von

Prof. A. v. Hippel.

Im XXX. Bd. Abth. I. pag. 259 u. f. dieses Archiv's hat de Wecker eine „Entgegnung" auf meine Arbeit über die Jequirity-Ophthalmie veröffentlicht mit der Motivirung, „dass sich irrthümliche Anschauungen, wie solche sich in der Mittheilung des Prof. v. Hippel vorfinden, nicht unangefochten verbreiten" sollen. — Ich werde mich darauf beschränken kurz zu untersuchen, in wieweit es de Wecker gelungen ist mir solche nachzuweisen.

Was zunächst die Mittheilung anlangt, dass de Wecker „seine Anschauungen auf ein sehr bedeutendes Material stütze, da im verflossenen Jahr mehr denn 500 Patienten der Jequirity-Behandlung unterzogen wurden", so wird dieselbe gewiss Jedem sehr erfreulich sein, der sich für die vorliegende Frage interessirt, um so mehr, als die ersten 3 Publicationen de Wecker's diese gesicherte Basis empfindlich vermissen liessen. Sie mag auch diesmal den „Ton der Bestimmtheit" entschuldigen, der früher übel angebracht, jetzt doch wenigstens eine Erklärung findet, wenn ich ihm gegenüber umfangreichen Erfahrungen anderer Autoren eine Berechtigung auch nicht gerade zugestehen kann.

Jetzt zu meinen „irrthümlichen Anschauungen"!

„Jeder . . . . . wird sich überzeugen können, dass die Behauptung, dass mit der Stärke der Infusion die Intensität der Wirkung zunimmt, ein unumstössliches Factum ist." Eben dasselbe steht in meiner Arbeit p. 239, nur mit der Einschränkung, dass die Wirkung sich nicht ad infinitum mit der Concentration steigert, sondern von einer verhältnissmässig niedrigen Grenze ab sich gleich bleibt oder sogar verringert. Wenn de Wecker diese Ansicht „staunenswerth in dem Munde eines Collegen findet, der an die chemische Wirkung des Mittels glaubt", so wird dieses „Staunen" kaum von Jemandem getheilt werden, der einmal in seinem Leben von einer gesättigten Lösung gehört hat. Haben wir uns eine solche hergestellt, so wird ein weiterer Zusatz von Jequirity natürlich keine stärkeren Effecte geben können, denn das Wasser vermag eben nichts mehr von dem wirksamen Stoff aufzunehmen. — Warum eine 10procentige Maceration schwächer wirkt als eine 5procentige, dafür kann ich auch heute noch keine befriedigende Erklärung geben, von der Richtigkeit der Thatsache wird sich aber Jeder leicht überzeugen, der einige Versuche an Kaninchen darüber anstellen will.

Mit viel grösserem Recht als de Wecker könnte ich es „staunenswerth" finden, das ein Anhänger der Bacillentheorie auf die Concentration der Maceration einen besonderen Werth legt. In 1procentigen wie in 5procentigen Lösungen entwickeln sich Legionen von Stäbchen, wir müssten also durch die eine wie durch die andere gleich intensive Entzündungen hervorrufen können, wenn jene überhaupt die Träger der charakteristischen Ophthalmie wären.

Durch Anführung unvollständiger, den Sinn des Satzes nicht wiedergebender Citate versucht de Wecker mir einen weiteren „irrigen Schluss" nachzuweisen und Widersprüche in meiner Arbeit zu construiren, die thatsächlich

nicht vorhanden sind. Wenn ich p. 243 sage: „je hyperämischer und aufgelockerter die Schleimhaut ist, um so intensiver reagirt sie", und de Wecker hieran die Frage knüpft, „ob der geschätzte College hinreichend den Jequirity angewendet, um zu einem solchen Schluss zu kommen", so hätte er sich dieselbe ersparen können, wenn er nicht den zweiten Theil meines Satzes willkürlich unterdrückt, der also lautet: „Je mehr sie sich im Stadium der narbigen Schrumpfung befindet, um so weniger entwickelt sich das charakteristische Bild der Jequirity-Ophthalmie".

Gegen die Richtigkeit des ganzen Satzes wird schwerlich sonst Jemand einen Einwand erheben, der bei Granulationen vom Jequirity Gebrauch gemacht hat und mit ihm befindet sich auch das zweite Citat aus meiner Arbeit keineswegs im Widerspruch, wie Jeder leicht sehen kann, der sich die Mühe nimmt, pag. 246 zu lesen. — Warum de Wecker es für nöthig gehalten, den Inhalt desselben lediglich mit anderen Worten als seine Ansicht in eine an meine Adresse gerichtete „Entgegnung" aufzunehmen, ist mir nicht verständlich, da eine Differenz der Meinungen in diesem Punkt zwischen uns gar nicht besteht. — Dass eine normale Conjunctiva auf Jequirity noch intensiver reagirt, als eine hyperämische geschwellte, ist mir aus meinen Thierversuchen zur Genüge bekannt; ausser de Wecker dürften sich indessen nicht viele Ophthalmologen finden, die geneigt wären, am menschlichen Auge bei normaler Bindehaut das neue Mittel anzuwenden.

Höchst ungerechtfertigt ist der Vorwurf, dass ich und andere Collegen, wie Deneffe, Osio, Vossius in ungeeigneten Fällen vom Jequirity Gebrauch gemacht hätten. Wer wusste vor 1½ Jahren, welche Formen des Trachoms für die Jequiritytherapie passten? de Wecker selbst am wenigsten, wie aus seinen 2 ersten Arbeiten

zur Genüge hervorgeht. Was blieb einem gewissenhaften Beobachter also übrig als eigene Erfahrungen zu sammeln, die selbstverständlich nicht in allen behandelten Fällen immer hoch erfreuliche sein konnten. Jetzt weiss Jeder, der mit dem neuen Mittel umfangreichere klinische Versuche angestellt hat, wo es mit Vortheil angewandt werden kann, wo es wirkungslos bleibt oder gar schadet und wenn de Wecker sich endlich auch in dieser glücklichen Situation befindet, so wird er dazu trotz seines „besonderen Jequirity-Assistenten" gleichfalls nicht ohne gelegentlichen Missgriff gelangt sein. —

Auf eine nochmalige Kritik des Ausdrucks „rasche Heilung" mich einzulassen, erscheint mir nach der klassischen Interpretation, welche de Wecker selbst demselben pag. 264 giebt, völlig überflüssig. Einen schlagenderen Beweis für die Berechtigung meiner Behauptung, dass er „dem Sinn seiner eigenen Worte Gewalt anthue, um die Form zu retten", hätte ich selbst nicht erbringen können. —

Auch bezüglich seiner These: „ohne allen Zweifel läuft die Cornea keinerlei Gefahr während des Bestehens der Ophthalmia jequiritica" verfährt de Wecker nicht anders. In seiner letzten Arbeit heisst es pag. 265: „In der That existirt bei wirklichen Granulationen und Pannus diese Gefahr in keinerlei Weise, nicht nur, wie mich v. Hippel sagen lassen will, „weil ich nie eine Perforation constatirt." Wovon handelt es sich bei der Aufstellung meiner dritten Behauptung? von den Gefahren, welche Granulöse bei Anwendung der Jequirity-Ophthalmie in Bezug auf ihre Cornea laufen." Hierauf habe ich Folgendes zu erwidern: Nicht ich „lasse de Wecker sagen", dass er nie eine Perforation constatirt, sondern er selbst braucht diese Worte in den Klin. Monatsbl. f. Augenh., Bd. XXI, pag. 263; nicht allein von der pannösen Cornea ist in seiner These die Rede, sondern ganz allgemein von

der Hornhaut: „Ich habe in zahlreichen Fällen von einfachen Ulcerationen der Hornhaut bei vollständig normaler Conjunctiva ebenso wie bei ausgebreiteten pannösen Ulcerationen von Granulösen Jequirityophthalmie erzeugt und stets eine ausgezeichnet vortheilhafte Wirkung auf die Cornea beobachtet, nie eine Perforation constatirt".*) Gegen die Allgemeinheit der These richtete sich, wie aus meiner Arbeit ersichtlich, meine Opposition; diese halte ich auch heute aufrecht und bin überzeugt, darin auf die Zustimmung der Mehrzahl meiner Fachgenossen rechnen zu können, trotz der Behauptung de Wecker's, dass man bei intacter Cornea oder ulceröser Keratitis nichts zu befürchten habe, „sobald man nicht die künstliche Ophthalmie in unpassender Weise auf die Spitze treibt."

Auf den Streit über die infectiöse Natur der Jequirity-Ophthalmie in dieser „Antwort" näher einzugehen, kann ich um so eher unterlassen, als meine Auffassung der Frage inzwischen durch die Arbeiten von Neisser, Salomonsen und Klein eine wesentliche Stütze gefunden hat. Ich behalte mir vor, auf diesen Punkt ausführlicher zurückzukommen und inzwischen gesammeltes neues Beweismaterial beizubringen, sobald die angekündigte Entgegnung Sattler's erschienen sein wird. Bezüglich des „Incubationsstadiums" möchte ich nur die irrige Ansicht de Wecker's zurückweisen, dass durch Pinselung der Conjunctiva mit einer 1procentigen Lösung reiner Carbolsäure eine Stunden lang anhaltende Injection hervorgerufen werden könne und dem geehrten Collegen den Rath ertheilen, erst selbst einmal einen darauf bezüglichen Versuch anzustellen, ehe er mir mangelhafte Beobachtung zum Vorwurf macht.

Was endlich den Satz anlangt, in welchem ich die Kritik der 4 ersten Arbeiten de Wecker's über Jequirity

---

*) l. c.

(um diese allein handelt es sich) zusammenfasse, so muss ich trotz der „Entgegnung" die Berechtigung desselben voll und ganz aufrecht erhalten. Das Verdienst de Wecker's, den Jequirity zuerst in Europa in die Praxis eingeführt zu haben, ist von mir stets anerkannt worden; meine Opposition richtete sich gegen die überstürzten, zahlreiche Widersprüche enthaltenden Publicationen, denen die richtige Basis: sorgfältige, durch längere Zeit fortgesetzte, kritisch gesichtete, klinische Beobachtungen fehlte und war daher durchaus berechtigt.

Giessen, 14. Juni 1884.

Berichtigungen.

In der Arbeit von Dr. Kolbe in Petersburg (dieses Heft pag. 1—68) sind nachfolgende Fehler zu berichtigen:

Pag. 8, Zeile 11 v. o. muss es anstatt

$$h_s = \left(n + \frac{100 - n}{h_s}\right) \text{pCt.}$$

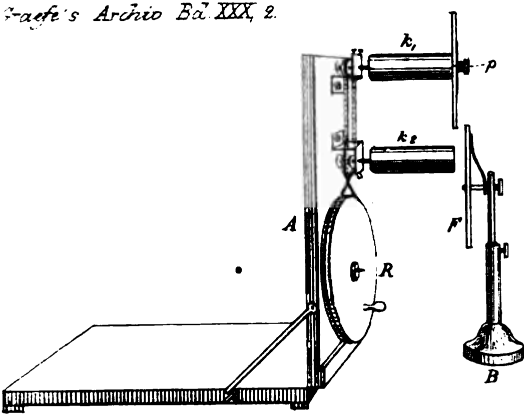
richtig heissen:

$$h_s = (n + (100 - n) \,.\, h_s) \text{ pCt.}$$

Pag. 15, Zeile 12 v. u. anstatt „feinsten" muss es heissen **reinsten.**

Pag. 36, Zeile 6 v. u. anstatt „des Componenten" muss es heissen: des **Kegelstumpfes.**

Druck von W. Büxenstein in Berlin.



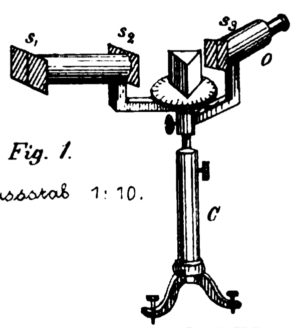
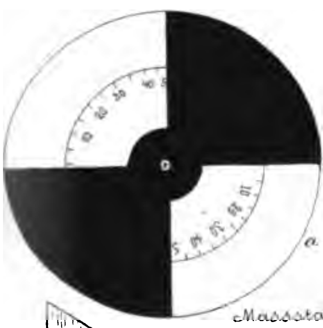


Fig. 1.

Masstab 1: 10.



Masstab 1: 4.

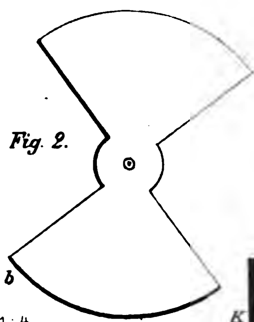


Fig. 2.



Fig. 3.

1: 3

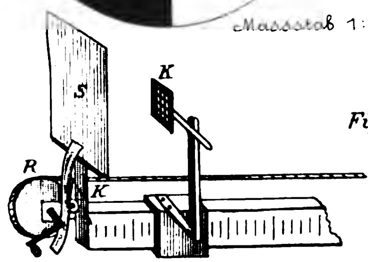
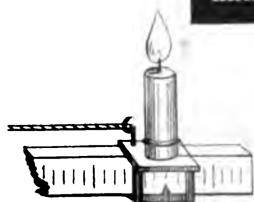


Fig. 4.

1: 3





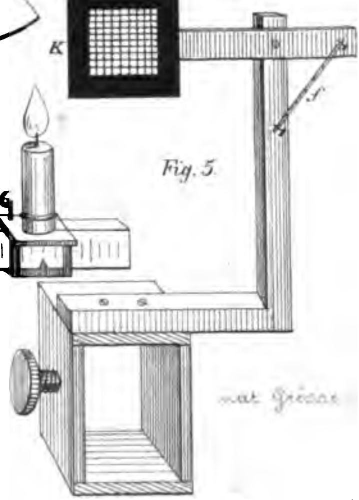


Fig. 5.

nat. Grösse

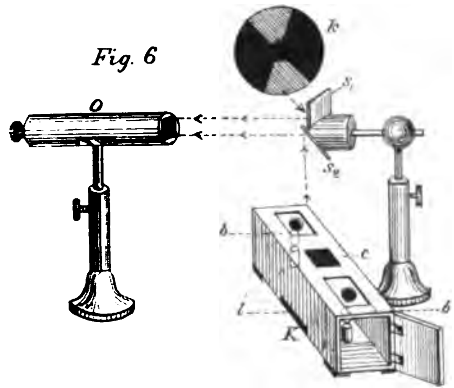


Fig. 6

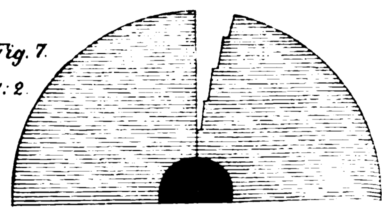
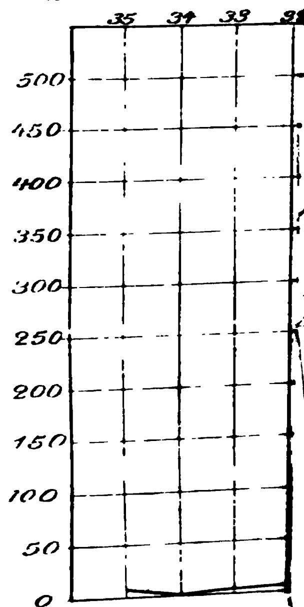


Fig. 7.

1: 2.

... Graefe's Archiv ...

Augen mit



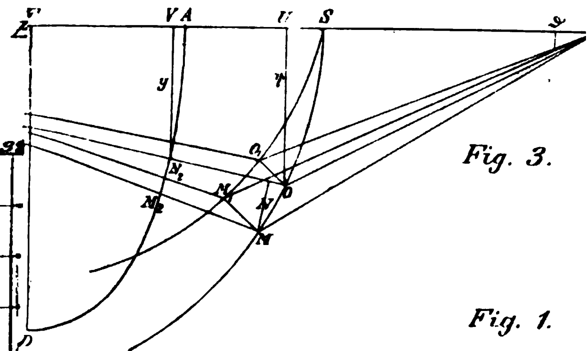


Fig. 1.

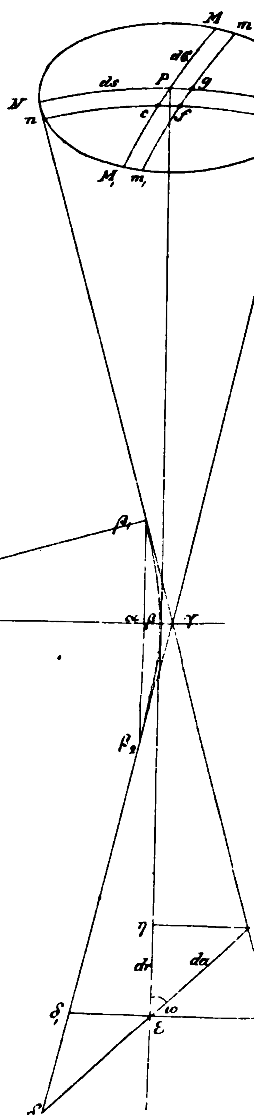
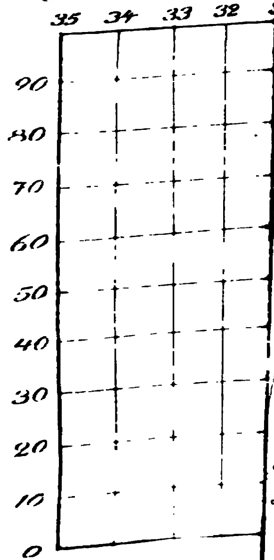


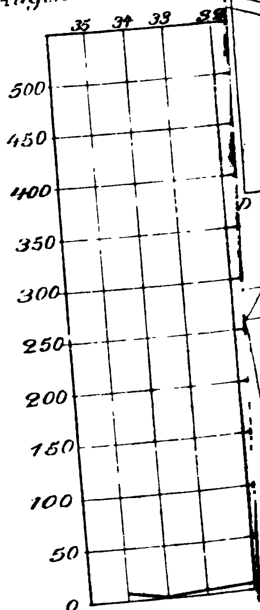
Fig. 2.

Augen mit



Tat. II.

…Gräfe's Archiv



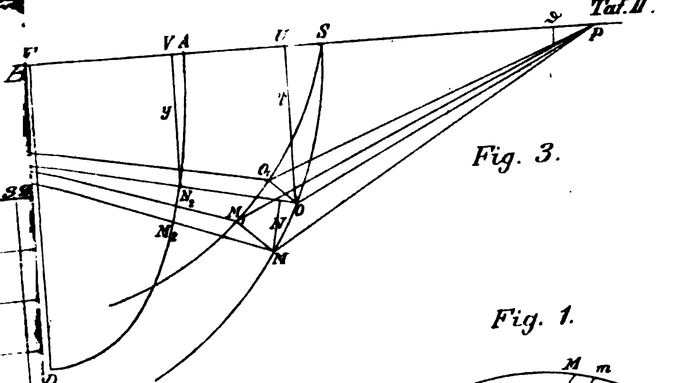
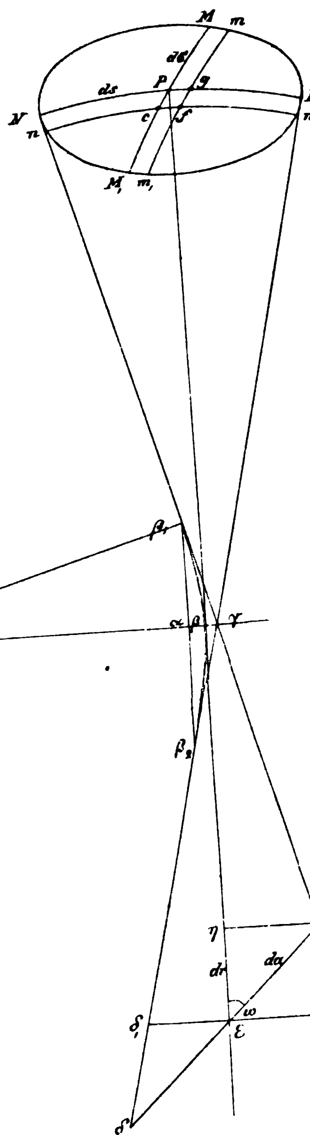


Fig. 3.

Fig. 1.



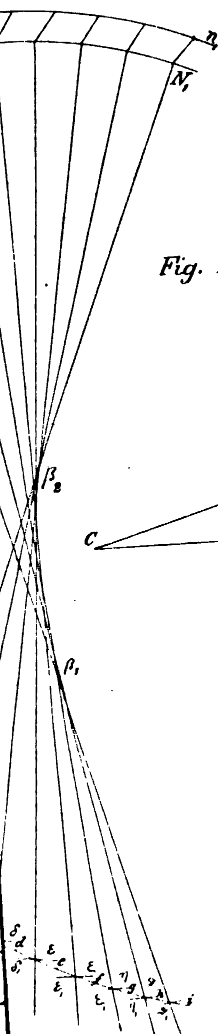
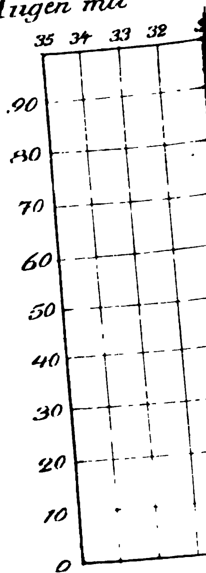
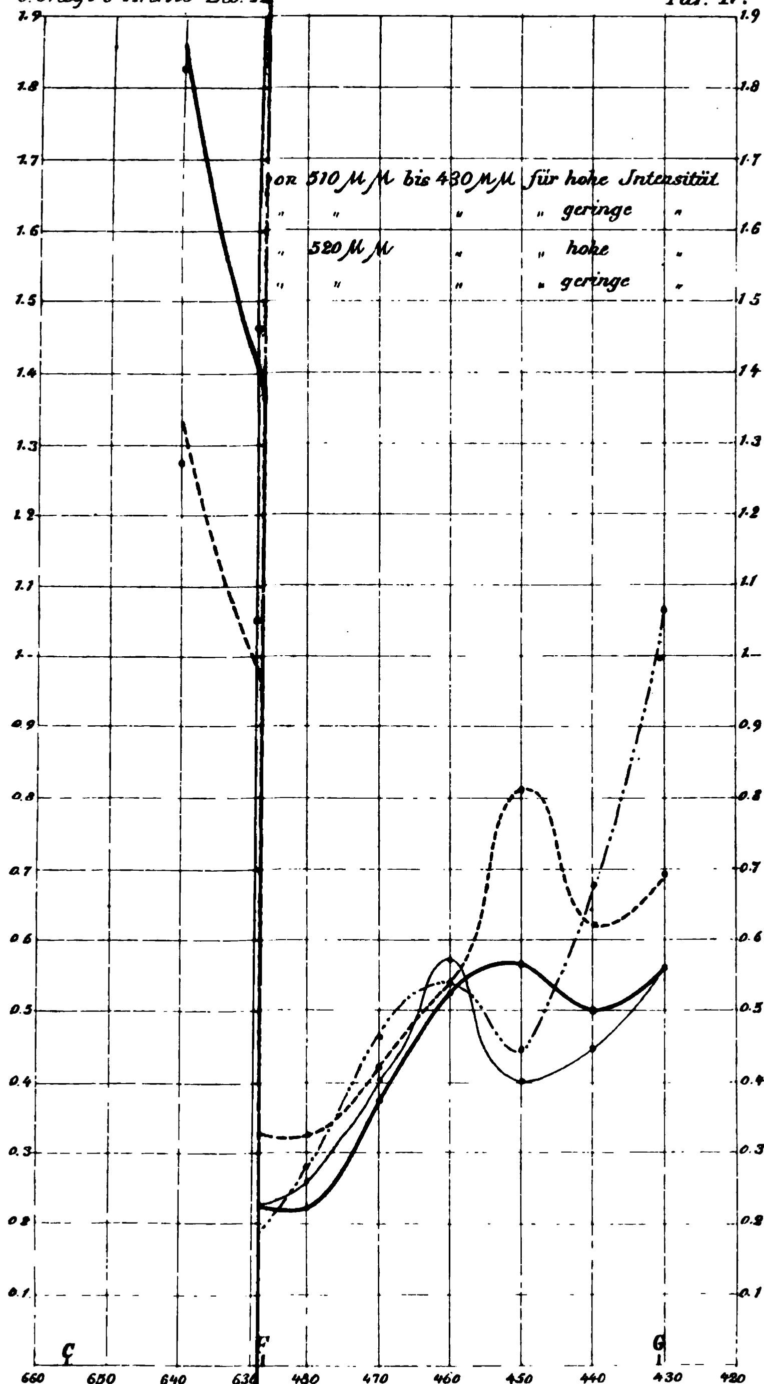


Fig. 2.





Alb Schütze Lith. Inst.